



## DENSIDADE E PODER CALORÍFICO COMO BASE PARA PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS SOB LINHAS DE TRANSMISSÃO

Arlindo de Paula MACHADO NETO<sup>1\*</sup>, Carlos Frederico Lins e Silva BRANDÃO<sup>2</sup>, Brígida DUARTE<sup>3</sup>, João ALMIR<sup>3</sup>, Luis Carlos MARANGON<sup>2</sup>, Ana Lícia Patriota FELICIANO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

<sup>3</sup>Companhia Hidrelétrica do Vale do São Francisco, Recife, Pernambuco, Brasil

E-mail: [arlindo.neto08@gmail.com](mailto:arlindo.neto08@gmail.com)

Recebido em agosto/2014; Aceito em janeiro/2015; Retificado em maio/2016.

**RESUMO:** O presente estudo teve como objetivo analisar o poder calorífico e a densidade básica da madeira das espécies *Luetzelburgia auriculata* Allemão (Ducke), *Combretum leprosum* Mart., *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill, *Poincianella bracteosa* (Tul.) L. P. Queiroz, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. e *Croton argirophyloides* Mull. Arg., em uma área de Caatinga, em Coremas-PB e *Sclerolobium paniculatum* Vogel, *Sclerolobium aureum* (Tul.) Benth., *Plathymenia reticulata* Benth., *Qualea grandiflora* Mart., *Aspidosperma macrocarpum* Mart. e *Indigofera suffruticosa* Mill. em uma área de Cerrado, em Barreiras-BA, visando a prevenção de incêndios de grande intensidade. A densidade básica da madeira e o poder calorífico das espécies *P. bracteosa*, *C. argirophyloides*, *C. leprosum*, *M. tenuiflora* e *L. auriculata*, apresentaram os maiores valores, o que provavelmente fará com que as mesmas produzam energia suficiente para uma queima intensa, representando um risco de incêndios na área de Caatinga. No trecho de Cerrado as espécies *S. paniculatum* e *P. reticulata*, apresentaram os maiores valores de densidade básica e poder calorífico, respectivamente. Faz-se necessário um manejo adequado dessas espécies nas duas áreas, visando à diminuição da intensidade do fogo no caso de incêndios florestais, evitando assim o desligamento das linhas de transmissão e prejuízos ambientais nas áreas.

**Palavras-chave:** Fogo, vegetação, energia.

### DENSITY AND CALORIFIC POWER AS A BASIS FOR FOREST FIRES PREVENTION UNDER TRANSMISSION LINES

**ABSTRACT:** The present study aimed to analyze the calorific value and basic wood density of species *Luetzelburgia auriculata* Allemão (Ducke), *Combretum leprosum* Mart., *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill, *Poincianella bracteosa* (Tul.) L.P. Queiroz, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. and *Croton argirophyloides* Mull. Arg., located in an Caatinga area in Coremas-PB and *Sclerolobium paniculatum* Vogel, *Sclerolobium aureum* (Tul.) Benth., *Plathymenia reticulata* Benth., *Qualea grandiflora* Mart. *Aspidosperma macrocarpon* Mart. and *Indigofera suffruticosa* Mill. in an Cerrado area in Barreiras-BA, preventing fires of great intensity. The basic wood density and calorific value of the species of *P. bracteosa*, *C. argirophyloides*, *C. leprosum*, *M. tenuiflora* and *L. auriculata*, showed the highest values, which will likely cause the same sufficient to produce an intense burning energy, thus representing one risk of fire in the Caatinga area. In the Cerrado passage species of *S. paniculatum* and *P. reticulata* showed the highest values of basic density and calorific value, respectively. What is required is an appropriate management of these species in both areas, aiming to reduce the fire intensity in case of forest fires, thus avoiding the transmission lines shutdown and environmental damage in this areas.

**Keywords:** Fire, vegetation, energy.

#### 1. INTRODUÇÃO

A maioria dos incêndios ocorridos na Caatinga e no Cerrado é causada pela ação indiscriminada do homem, na maioria das vezes em busca da extração de lenha. Porém, existe também no Cerrado a ocorrência de

incêndios naturais causados principalmente por descargas elétricas. Todos os anos os incêndios florestais, causam prejuízos ambientais e econômicos, como o desligamento de linhas de transmissão de energia elétrica, gerando um grande prejuízo para a sociedade como um todo. O

desligamento de uma rede de transmissão de energia, por causa da ocorrência de queimadas, pode ser descrito sucintamente, pelo fenômeno do aumento acentuado de temperatura, que reduz a constante dielétrica do ar entre os condutores e o solo, tendo como consequência à diminuição do isolamento da linha, ocorrendo o curto circuito fase ou fase terra (FONSECA et al., 2000). A Companhia Hidroelétrica do São Francisco possui um dos maiores sistemas de energia elétrica em alta tensão do país, a empresa possui mais de 18 mil quilômetros de linhas de 500, 230, 138 e 69 kV aliados a uma capacidade de transformação de quase 30 mil MVA em suas 94 subestações e nos últimos anos vêm tendo prejuízos de ordem econômica pelo desligamento de suas linhas de transmissões em virtude do fogo.

Um conjunto de obras garante a interligação da rede de transmissão fazem parte do circuito integrado de funcionamento do sistema elétrico brasileiro. A vegetação presente na faixa de servidão das linhas de transmissão de energia pode trazer riscos de desligamento devido ao seu crescimento e, ou queimadas. Deste modo, os projetos de linhas de transmissão tentam desviar o traçado da linha sobre a vegetação, mas nem sempre este desvio é possível ou aconselhável, portanto a empresa procura utilizar recursos como o alteamento das linhas visando assim a redução dos impactos na vegetação. Estudos que visem a determinação de parâmetros da vegetação, como a densidade da madeira e o poder calorífico das espécies florestais, são de suma importância no sentido de diminuir a intensidade dos incêndios e o constante desligamento das linhas de transmissão de energia, que causam prejuízos financeiros para companhia, bem como danos ecológicos e sociais.

Segundo Vale et al. (1999) a densidade da madeira reflete a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume, sendo assim um excelente indicador das propriedades da madeira. De acordo com Klock (2000), a utilização intensiva da madeira como matéria-prima para fins industriais ou construtivos só pode ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades. A densidade é uma das propriedades da madeira mais importante e mais estudada, podendo variar de 0,13 a 1,40 g cm<sup>-3</sup>. A densidade básica é considerada a propriedade física mais importante da madeira, pois trata-se de um parâmetro significativo tanto para os geneticistas quanto para os tecnólogos da madeira, pois guarda grandes relações com outras propriedades e com o uso da madeira.

A densidade é uma característica bastante complexa, resultante da combinação de caracteres anatômicos, físicos e químicos. E a variabilidade da massa específica básica, deve considerar as variações existentes entre gêneros, entre espécies pertencentes ao mesmo gênero e entre árvores. Além de ser um indicativo da qualidade da madeira, a densidade constitui-se em um excelente índice para a análise de viabilidade de seu emprego em diversas finalidades, e reveste-se de especial importância por ser uma característica passível de melhoramento genético e altamente herdável (LOPES; GARCIA, 2002).

Pode-se observar que a densidade básica da madeira é influenciada por vários fatores e varia significativamente em função da idade, procedência, local de origem, espaçamento, em função da taxa de crescimento, entre gêneros e espécies, e até mesmo entre árvores da mesma

espécie. (SOUZA et al. 1986). Em relação ao rendimento energético, Paula (1993), afirma que uma densidade alta da madeira fará com que o seu rendimento na hora da queima seja bastante satisfatório, em virtude do maior teor de celulose e lignina. Já para Vale et al. (2002a), madeiras com densidade elevada, possuem uma certa dificuldade em iniciar o processo de queima no caso de incêndios devido à sua dureza, mas quando iniciado o processo de combustão demonstram uma queima bastante intensa. A análise do poder calorífico, também serve como um importante parâmetro para um manejo adequado das espécies em uma área visando à prevenção de incêndios. A determinação do poder calorífico das espécies florestais é uma das formas de definir quais espécies podem ser utilizadas em determinados locais, visando uma redução na intensidade da queima no caso de incêndios. O poder calorífico de um material é expresso pelo conteúdo de energia que é liberada quando o material é queimado no ar. Sendo assim, o calor gerado durante a combustão de diferentes espécies florestais ou resíduos madeireiros pode variar dependendo de suas propriedades físicas, químicas e anatômicas (ALMEIDA, 2010).

O poder calorífico divide-se em superior, inferior e líquido. O poder calorífico superior refere-se à quantidade de calor liberadas por um material em sua combustão completa, expresso em calorías por grama (cal/g) ou quilocaloria/quilograma (kcal/kg) (QUIRINO et al., 2004). Quanto maior for este parâmetro, maior será a energia contida no combustível (CARVALHO JÚNIOR, 2010). O Poder calorífico inferior é a quantidade de calor necessária para produzir um quilo de combustível, através da combustão deste com o excesso de ar e gases de descarga, resfriados até o ponto de ebulição da água, evitando sua condensação. Já o poder calorífico líquido ou útil (PCU), refere-se a quantidade de calor liberado pela queima, de modo que a água proveniente da queima esteja em estado gasoso (volume variável). No PCU é descontada a energia necessária para evaporar a água referente à umidade da madeira.

Dada a importância do conhecimento da densidade básica da madeira e do poder calorífico em diversos segmentos, como a manutenção da reação de combustão durante incêndios florestais, influenciando diretamente na intensidade dos mesmos, o objetivo do presente trabalho é analisar essas duas propriedades em espécies florestais localizadas sob linhas de transmissão de energia pertencentes à Companhia Hidroelétrica do São Francisco em áreas de Caatinga e Cerrado, visando determinar as espécies com os valores mais elevados dos respectivos parâmetros, indicando desta forma um manejo adequado das mesmas no sentido de reduzir a intensidade dos incêndios nas duas áreas, evitando assim o desligamento das linhas de transmissão por fogo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo faz parte do projeto da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) em parceria com o Departamento de Engenharia Florestal (DEF) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), intitulado “Definição de parâmetros edafoclimáticos como base para prevenção e controle de incêndios florestais, sob linhas de transmissão de energia”. A escolha dos locais para a coleta dos materiais foi baseado

em mapas da linha de servidão Milagres-Coremas/PB em uma área de Caatinga *Strictu Sensu* localizada no município de Coremas, na região Oeste do Estado da Paraíba, com as Coordenadas: 7°5'44"S e 37°57'54"W. A área de Caatinga fica próxima da Barragem do açude de Coremas e a vegetação é de pequeno porte, típica de Caatinga xerofítica, onde se destaca a presença de cactáceas, arbustos e árvores de pequeno a médio porte.

O solo é resultante da desagregação e decomposição das rochas cristalinas do embasamento, sendo em sua maioria do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, tendo-se localmente latossolos e porções restritas de solos de aluvião. Com relação ao clima o município encontra-se inserido no denominado "Polígono das Secas", constituindo um tipo semiárido quente e seco, segundo a classificação de Köppen. As temperaturas são elevadas durante o dia, amenizando a noite, com variações anuais dentro de um intervalo 23 a 30°C, com ocasionais picos mais elevados, principalmente durante a estação seca (COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS – CPRM, 2005).

Na área de Cerrado o município de Barreiras no estado da Bahia está inserido na mesorregião do extremo oeste baiano. O clima é AW conforme classificação de Köppen, com temperaturas médias anuais variando de 13,3° a 42°C, pluviosidade anual média de 1018 mm, período chuvoso ocorrendo normalmente nos meses de novembro a abril, risco de seca apresentando níveis de médio a baixo e ventos que variam de fraco a moderado e uma altitude de 435 m acima do nível do mar. Os solos apresentam textura média e arenosa, sendo o latossolo vermelho amarelo-célico o predominante. A vegetação predominante é o Cerrado arbóreo aberto com florestas de galeria em menor escala se localizando no Vale do Rio Grande (FELFILI; SILVA JÚNIOR, 2001).

As espécies selecionadas para análise foram *Luetzelburgia auriculata*, *Combretum leprosum*, *Jatropha mutabilis*, *Poincianella bracteosa*, *Mimosa tenuiflora* e *Croton argirophyloides* na área de Caatinga e *Sclerolobium paniculatum*, *Sclerolobium aureum*, *Plathymenia reticulata*, *Qualea grandiflora*, *Aspidosperma macrocarpum* e *Indigofera suffruticosa* na área de Cerrado. As respectivas espécies foram escolhidas por se encontrarem em grande abundância sob as linhas de transmissão da Chesf, baseadas nos mapas da linha de servidão Milagres/Coremas na Paraíba e Barreiras/Bom Jesus da Lapa na Bahia. Foram retirados discos de madeira de 2,5 cm de espessura a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura do fuste com CAP de 10 cm, para determinação da densidade básica e do poder calorífico superior da madeira. As análises foram realizadas Laboratório de Dendrologia e no Laboratório de Análise Química, Inorgânica e Sensores (LAQUIS) na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Para a determinação da densidade básica da madeira, as amostras foram imersas em baldes com água destilada para saturação de suas fibras. Os discos inteiros de madeira foram pesados semanalmente em balança digital até obterem massa constante.

Após a completa saturação das fibras as amostras tiveram seus excessos de água retirados de sua superfície e pesados em balança digital para obtenção de seu peso úmido. Em seguida, as amostras foram levadas à estufa de circulação forçada à 105°C até a estabilização dos seus

pesos e posteriormente foram determinados o peso seco das mesmas. O cálculo da densidade básica foi obtida através da média simples pelo Método do Máximo Teor de Umidade proposto por Foelkel et al. (1971).

$$Db = \frac{1}{\frac{Pm}{Pas} - 0,346}$$

Considerando que: Db = Densidade básica; Pm = Peso ao ar dos discos saturados após a remoção, com papel absorvente, da água superficial; Pas = Peso absolutamente seco dos discos, conseguido pela secagem em estufa a 105°C até peso constante.

Para determinação do poder calorífico superior as amostras foram homogeneizadas e moídas em moinho de faca no Laboratório de Química do Solo da UFRPE. O poder calorífico foi determinado usando o calorímetro diferencial. Foram realizadas quatro repetições para cada uma das espécies estudadas nas duas áreas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade básica média da madeira das espécies da Caatinga foi de 0,798 g cm<sup>-3</sup>, e variou de 0,369 g cm<sup>-3</sup> (*L. auriculata*) a 1,107 g cm<sup>-3</sup> (*P. bracteosa*). Analisando a Tabela 1, observa-se que não houve diferença significativa entre as espécies *P. bracteosa*, *C. argirophyloides*, *C. leprosum* e *M. tenuiflora*. Já as espécies *C. argirophyloides*, *J. mutabilis* e *C. leprosum*, também não apresentaram diferenças significativas entre si, assim como as espécies *J. mutabilis* e *L. auriculata*.

Tabela 1. Valores médios para densidade básica das espécies encontradas na área de Caatinga, no trecho Milagres-Coremas, em Coremas-PB.

| Espécie                         | Densidade básica (g cm <sup>-3</sup> ) |
|---------------------------------|--|
| <i>Poincianella bracteosa</i>   | 1,11 (±0,15) a                         |
| <i>Croton argirophyloides</i>   | 0,88 (±0,10) ab                        |
| <i>Jatropha mutabilis</i>       | 0,53 (±0,15) bc                        |
| <i>Combretum leprosum</i>       | 1,05 (±0,33) ab                        |
| <i>Mimosa tenuiflora</i>        | 0,86 (±0,07) a                         |
| <i>Luetzelburgia auriculata</i> | 0,37 (±0,03) c                         |

Valores entre parêntesis correspondem ao desvio padrão. Resultados seguidos por letras diferentes apresentam diferença significativa, para uma probabilidade de p ≤ 0,05 % de acordo com o teste de Tukey.

Para as espécies do Cerrado analisadas na Tabela 2, a média da densidade básica da madeira foi de 0,556 g cm<sup>-3</sup>, onde a espécie *S. paniculatum* apresentou o maior valor de densidade com 0,674 g cm<sup>-3</sup> e *Q. grandiflora* o menor valor, com 0,482 g cm<sup>-3</sup>. A utilização de madeiras com baixa densidade para a produção direta de energia na forma de calor implica em uma queima rápida e numa menor produção de energia por unidade de volume ao contrário de madeiras com maiores densidades, o que pode vir a ocasionar em incêndios de grande intensidade, com o consumo completo da matéria orgânica. Porém, madeiras com elevada densidade apresentam certa dificuldade em iniciar o processo de queima, devido ao elevado grau de dureza da madeira por apresentarem uma maior quantidade de celulose e lignina em seus lenhos.

Na área de Caatinga, os valores encontrados no presente estudo para a espécie *P. bracteosa*, que apresentou a maior densidade básica dentre as espécies estudadas, foram semelhantes aos valores encontrados por Silva et al. (2009). Os autores apontam que a *P.*

*bracteosa*, apresentou uma densidade básica do fuste similar aos galhos e ao lenho juvenil, sugerindo que a espécie pode contribuir com os mesmos no caso de incêndios na área, pois a mesma é endêmica da Caatinga e vastamente utilizada pela população local para produção de energia como lenha e carvão.

Tabela 2. Valores médios para densidade básica da madeira, das espécies encontradas na área de Cerrado, no trecho Barreiras-Bom Jesus da Lapa, em Barreiras-BA.

| Espécie                         | Densidade básica (g cm <sup>-3</sup> ) |
|---------------------------------|--|
| <i>Sclerolobium aureum</i>      | 0,61 (±0,02) b                         |
| <i>Qualea grandiflora</i>       | 0,48 (±0,02) d                         |
| <i>Sclerolobium paniculatum</i> | 0,67 (±0,02) a                         |
| <i>Plathymenia reticulata</i>   | 0,52 (±0,05) cd                        |
| <i>Indigofera suffruticosa</i>  | 0,55 (±0,04) bc                        |
| <i>Aspidosperma macrocarpum</i> | 0,50 (±0,01) cd                        |

Valores entre parêntesis correspondem ao desvio padrão. Resultados seguidos por letras diferentes apresentam diferença significativa, para uma probabilidade de  $p \leq 0,05$  % de acordo com o teste de Tukey.

Os valores médios da densidade da madeira das seis espécies na área de Caatinga, mostraram-se superiores aos valores de algumas espécies do referido bioma, estudados por Araújo et al. (2007), onde os autores encontraram valores correspondentes à 0,73 e 0,74 g cm<sup>-3</sup>, Valério et al. (2008), encontraram uma densidade de 0,66 g cm<sup>-3</sup> e Santos et al. (2008) de 0,42 g cm<sup>-3</sup>. Esta diferença pode ocorrer devido a densidade ser influenciada por vários fatores, variando significativamente em função da idade, procedência, local de origem, espaçamento, em função da taxa de crescimento, entre gêneros e espécies, e até mesmo entre árvores da mesma espécie (SOUZA et al., 1986). No entanto, os valores encontrados no presente estudo foram inferiores ao encontrado por Zakia et al. (1990), para a microrregião do Seridó, do Rio Grande do Norte, que foi de 0,86 g cm<sup>-3</sup>. No Cerrado, o valor encontrado para *S. paniculatum* no presente estudo foi inferior aos valores encontrados por Vale et al. (2002a) que encontraram valores de 0,72 g cm<sup>-3</sup> e Vale et al. (2010), com um valor de densidade de 0,78 g cm<sup>-3</sup>, em um estudo com cinco espécies do Cerrado. Pereira (1990) encontrou valores de densidade de 0,68 g cm<sup>-3</sup> e 0,52 g cm<sup>-3</sup> em um estudo com a variedade de *Sclerolobium paniculatum*, *subvelutinum* e variedade *rubiginosum*.

O valor médio do presente estudo (0,556 g cm<sup>-3</sup>) para a área de Cerrado, também ficou abaixo do encontrado por Vale et al. (1992), onde os autores estudaram o comportamento da densidade básica da madeira em três espécies nativas do Cerrado e por Vale et al. (2001) que analisaram 12 espécies provenientes de áreas de Cerrado. Na área de Cerrado, não foram encontradas espécies com madeiras consideradas duras ( $Db > 0,70$  g cm<sup>-3</sup>). Na área de Caatinga as espécies estudadas apresentaram uma densidade básica superior às espécies analisadas na área de Cerrado. Esta diferença pode ser explicada por fatores relacionados ao clima, tipo de solo, ciclo hidrológico e idade das árvores, pois espécies mais velhas apresentam valores médios maiores para comprimento de fibras, diâmetro de lúmen e espessura de parede celular e a densidade básica pode indicar uma predominância de lenho adulto na amostragem, ao contrário das árvores utilizadas neste trabalho por se tratarem de árvores mais novas com uma maior porcentagem de lenho juvenil,

indicando desta forma que estas ainda não atingiram sua maturidade quanto à produção de biomassa por unidade de volume. Em relação ao poder calorífico, a média das seis espécies encontradas no trecho Milagres-Coremas, em Coremas-PB, foi de 4.206 kcal kg<sup>-1</sup>, com a espécie *L. auriculata*, apresentando uma média de 9.640 kcal kg<sup>-1</sup>, fato este que pode ter ocorrido devido a variação na composição química, dimensões, forma e arranjo dos elementos anatômicos, bem como a ocorrência de extrativos que podem vir a acarretar em uma diferenciação nas características energéticas da madeira.

O teste de comparação de médias (Tabela 3), apresentou diferença significativa entre os valores de poder calorífico destacando as espécies *L. auriculata* e *C. leprosum* com os maiores valores. As espécies *P. bracteosa* e *Mimosa tenuiflora* não apresentaram diferenças significativas entre si, assim como *C. argirophyloides* e *J. mutabilis* também não diferiram entre si, o que pode significar que as mesmas terão pouca influência no caso da ocorrência de um incêndio na área.

Tabela 3. Valores médios para o poder calorífico das espécies encontradas na área de Caatinga, no trecho Milagres-Coremas, em Coremas-PB.

| Espécie                         | Poder Calorífico (kcal kg <sup>-1</sup> ) |
|---------------------------------|---|
| <i>Poincianella bracteosa</i>   | 2,57 (±0,06) d                            |
| <i>Croton argirophyloides</i>   | 2,18 (±0,21) c                            |
| <i>Jatropha mutabilis</i>       | 3,81 (±0,30) c                            |
| <i>Combretum leprosum</i>       | 4,46 (±0,07) b                            |
| <i>Mimosa tenuiflora</i>        | 2,56 (±0,26) d                            |
| <i>Luetzelburgia auriculata</i> | 9,64 (±0,06) a                            |

Valores entre parêntesis correspondem ao desvio padrão. Resultados seguidos por letras diferentes apresentam diferença significativa, para uma probabilidade de  $p \leq 0,05$  % de acordo com o teste de Tukey.

O *S. paniculatum* (Veludo) apresentou o valor mais elevado (5.425 kcal kg<sup>-1</sup>) e a *S. aureum* o valor mais baixo (4.492 kcal kg<sup>-1</sup>). As espécies estudadas não apresentaram diferença significativa entre os valores de poder calorífico (Tabela 4). A média do poder calorífico das seis espécies da área de Cerrado (5.044 kcal kg<sup>-1</sup>), foi superior à média das seis espécies estudadas na área de Caatinga (4.206 kcal kg<sup>-1</sup>). Em relação às espécies da área de Caatinga, a média do poder calorífico se mostrou inferior à média encontrada por Miranda (1989), nas madeiras de *Leucaena leucocephala* (Leucena), *Poincianella bracteosa* (Catingueira) e *Aspidosperma pyrofolium* (Pereiro-preto), comumente utilizadas para a produção de carvão vegetal.

Tabela 4. Valores médios, para o poder calorífico das espécies encontradas na área de Cerrado, no trecho Barreiras-Bom Jesus da Lapa, em Barreiras-BA.

| Espécie                         | Poder Calorífico (kcal kg <sup>-1</sup> ) |
|---------------------------------|---|
| <i>Sclerolobium aureum</i>      | 4,49 (±0,53) a                            |
| <i>Qualea grandiflora</i>       | 4,89 (±0,68) a                            |
| <i>Sclerolobium paniculatum</i> | 5,42 (±0,10) a                            |
| <i>Plathymenia reticulata</i>   | 5,26 (±0,10) a                            |
| <i>Indigofera suffruticosa</i>  | 5,20 (±0,02) a                            |
| <i>Aspidosperma macrocarpum</i> | 4,99 (±0,82) a                            |

Valores entre parêntesis correspondem ao desvio padrão. Resultados seguidos por letras diferentes apresentam diferença significativa, para uma probabilidade de  $p \leq 0,05$  % de acordo com o teste de Tukey.

Silva (2012), encontrou valores para poder calorífico superior em quatro espécies florestais variando de 4.346 à

4.511 e Quirino et al. (2004) encontrou uma variação de 3.350 à 5.260 kcal kg<sup>-1</sup>. Segundo Lima et al. (1996) a *M. tenuiflora* é fornecedora de madeira para lenha e carvão de excelente qualidade e possui um elevado poder calorífico (4.150 kcal kg<sup>-1</sup>). Para Oliveira et al. (1999) a *M. tenuiflora* é recomendada como uma boa alternativa energética para o agricultor desenvolver suas atividades cotidianas, bem como para o enriquecimento da Caatinga e por essas características a espécie pode influenciar diretamente no comportamento e na intensidade do fogo no caso de incêndios. Apesar de no presente estudo a *M. tenuiflora* ter apresentado um baixo valor de poder calorífico, algumas características citadas anteriormente, como de elevado potencial energético e queima efetiva, podem contribuir significativamente no caso da ocorrência de incêndios, necessitando assim de um manejo adequado dessa espécie no local.

Na área de Cerrado a média do poder calorífico do presente estudo se mostrou semelhante às médias encontradas por Quirino et al. (2004), onde os autores, em um estudo com mais de cem espécies brasileiras encontraram uma variação entre 3.350 e 5.260 kcal kg<sup>-1</sup>. Os autores também encontraram valores semelhantes à espécies que foram analisadas no presente trabalho como *A. macrocarpum* (4.827 kcal kg<sup>-1</sup>) e *Q. grandiflora* (4.736 kcal kg<sup>-1</sup>) e um valor inferior para a espécie *S. paniculatum* (4.849 kcal kg<sup>-1</sup>). A média do presente estudo para espécie *S. paniculatum* também foi maior que a encontrada por Oliveira et al. (2008), em um estudo com diferentes níveis de adubação em uma área da Embrapa Cerrados em Planaltina-DF, onde os autores encontraram uma média de 4.671 kcal kg<sup>-1</sup>. Os maiores valores encontrados para *S. Paniculatum*, que foi a espécie que teve o maior valor de poder calorífico na área de Cerrado podem estar relacionados à idade das árvores e à época de coleta. Vale et al. (2002b), encontraram uma variação de 4.516 e 4.990 kcal kg<sup>-1</sup> em um estudo realizado na Fazenda Água Limpa-DF, com 47 espécies de Cerrado e Silva (2012), encontrou valores para poder calorífico superior em quatro espécies florestais variando de 4.346 à 4.511 kcal kg<sup>-1</sup>. Todavia, estudos mais detalhados devem ser empreendidos para tentar entender a influência de algumas variáveis como, por exemplo, o poder calorífico e o número de indivíduos por hectare. Na área de Caatinga a espécie *L. auriculata* apresentou o maior valor de poder calorífico, o que provavelmente fará com que a espécie contribua no processo de queima no caso de incêndios florestais na área, principalmente se a mesma for encontrada em grande abundância no local. Apesar de se conhecer pouco a respeito da influência do poder calorífico na dispersão do fogo, a probabilidade de espécies com maiores valores contribuírem para uma maior dispersão do fogo é bastante elevada, tendo em vista que o mesmo tem como principal propriedade manter a reação de combustão. O *S. paniculatum*, que foi a espécie com maior poder calorífico entre todas as estudadas na área de Cerrado (5.425 kcal kg<sup>-1</sup>), pode contribuir de alguma forma para o aumento da dispersão do fogo e essa dispersão ser potencializada quando houver maior Densidade absoluta.

O mesmo raciocínio pode ser feito para a espécie *P. reticulata* que caso a mesma seja abundante no local de estudo, pode causar um favorecimento à queima pelo fato

da espécie também possuir um valor de poder calorífico próximo ao do *S. paniculatum* (5.265 kcal kg<sup>-1</sup>). Já a espécie *S. aureum* apresentou o menor valor em relação ao poder calorífico dentre as seis espécies estudadas, o que provavelmente fará com que a mesma contribua menos com o desenvolvimento do fogo no caso de incêndios florestais na área. Entretanto, esta diferença de cerca de 933 kcal kg<sup>-1</sup> entre as espécies existentes na área de Cerrado merece um estudo mais detalhado uma vez que a existência de maior ou menor número de indivíduos com maior ou menor poder calorífico irá certamente, influenciar na taxa de propagação do fogo.

#### 4. CONCLUSÕES

Os parâmetros de densidade básica da madeira e poder calorífico demonstraram que as espécies *Poincianella bracteosa*, *Croton argiophylloides*, *Combretum leprosum*, *Mimosa tenuiflora* e *Luetzelburgia auriculata*, apresentaram os maiores valores em relação aos referidos parâmetros, o que provavelmente fará com que as mesmas produzam material combustível de qualidade para uma queima intensa na área, representando desta forma um risco de incêndios sob as linhas de transmissão de energia na área de Caatinga. Já no trecho de Cerrado as espécies *Sclerolobium paniculatum* e *Plathymenia reticulata*, apresentaram os maiores valores de densidade básica e poder calorífico, respectivamente. Portanto se faz necessário um manejo adequado dessas espécies nas duas áreas estudadas, visando desta forma que no caso de incêndios florestais, as mesmas não estejam envolvidas, evitando assim prejuízos causados pelo fogo ao meio ambiente e à sociedade, ocasionados pelo desligamento das linhas de transmissão de energia.

#### 5. AGRADECIMENTOS

À Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF.

#### 6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. et al. Alterations in energy properties of eucalyptus wood and bark subjected to torrefaction: the potential of mass loss as a synthetic indicator. **Bioresource Technology**, Essex, v.101, n.24, p.9778-9784, dez. 2010.
- ARAÚJO, L. V. C. et al. Características dendrométricas e densidade básica da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) de duas regiões do estado da Paraíba. **Caatinga**, Mossoró, v.20, n.1, p.89-96, jan./mar. 2007.
- CARVALHO JÚNIOR, R.M. **Desenvolvimento e análise energética do processo de obtenção do biodiesel de microalga por metanólise in situ**. 2010. 174f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

- COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Diagnóstico do município de Coremas**: Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Recife: Ministério de Minas e Energia, 2005. 21p.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Biogeografia do bioma cerrado**: estudo fitofisionômico do Espigão Mestre do São Francisco. 1. ed. Brasília: UnB, 2001. v.1. 152p.
- FOELKEL, C. E. B. et al. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, SP, n. 2/3, p. 65-74, ago. 1971.
- FONSECA, E. M. B. et al. Controle de queimadas sob linhas de transmissão, subtransmissão e distribuição de energia. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, v.2, n.12, p.22-27, jun. 2000.
- KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H.E. Moore**. Curitiba: 2000. 291f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- LIMA, J. L. S. et al. **Características físico-mecânicas e energéticas de madeiras do trópico semiárido do Nordeste do Brasil**. Petrolina: Embrapa CPTSA, 1996. 12p. (Comunicado Técnico, Nº 63)
- LOPES, G. A.; GARCIA, J. N. Densidade Básica e Umidade Natural da madeira de *Eucalyptus saligna* Smith, de Itatinga, associadas aos padrões de casca apresentados pela população. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.62, p.13-23, dez. 2002.
- MIRANDA, G. **Potencial Energético de Três Espécies Florestais da Região Semiárida do Nordeste do Brasil**. 1989. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.
- OLIVEIRA, M. R. et al. Estudo das condições de cultivo da algaroba e jurema preta e determinação do poder calorífico. **Revista de Ciência & Tecnologia**, Piracicaba, v.7, n.14, p.93-104, nov. 1999.
- OLIVEIRA, I. R. M. et al. Biomassa e características da madeira de *Sclerolobium paniculatum* cultivado em diferentes níveis de adubação. **Cerne**, Lavras, v.14, n.4, p.351-357, out./dez. 2008.
- PAULA, J. E. Madeiras da caatinga úteis para produção de energia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.2, p.153-165, fev. 1993.
- PEREIRA, B. A. S. **Estudo morfo-anatômico da madeira, casca e folhas de duas variedades vicariantes de *Sclerolobium paniculatum* Vogel (Leguminosae, Caesalpinioideae) de Mata e Cerrado**. 1990. 192f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.
- QUIRINO, W. F. et al. Poder calorífico da madeira e de resíduos lignocelulósicos. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v.1, n.2, p. 173-182, abr./jun. 2004.
- SANTOS, R. T. et al. Determinação da densidade básica da madeira de grandiuva d'anta (*Psychotria cf. sessilis* (vell.) muell. arg.) ao longo do fuste. **Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.49-53, jul./set. 2008.
- SILVA, L. B. et al. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.23, n.2, p.436-445, abr./jun. 2009.
- SILVA, D. A. et al. Ponto de amostragem ao longo do fuste para estimativa do poder calorífico da madeira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.9, nov. 2012.
- SOUZA, V. R. et al. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posição em árvores de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, Piracicaba, v. 3, p. 63-72, ago. 1986.
- VALE, A. T.; MARTINS, I. S.; ARAÚJO, W. O. Estudo da densidade básica de três espécies do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.2, p.209-217, mar./abr. 1992.
- VALE, A. T. et al. Variação axial da densidade básica da madeira de *Acácia mangium* Willd aos sete anos de idade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.2, p.85-92, abr./jun. 1999.
- VALE, A. T. et al. Relações entre a densidade básica da madeira, o rendimento e a qualidade do carvão vegetal de espécies do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.1, p.89-95, jan./fev. 2001.
- VALE, A. T. et al. Avaliação energética da biomassa do Cerrado em função do diâmetro das árvores. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.2, p.115-126, abr./jun. 2002a.
- VALE, A. T. et al. Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do Cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.1, p.71-80, jan./mar. 2002b.
- VALE, A. T. et al. Relações entre propriedades químicas, físicas e energéticas da madeira de cinco espécies de Cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.1, p.137-145, jan./mar. 2010.
- VALÉRIO, A. F. et al. Determinação da densidade básica da madeira de peroba (*Aspidosperma polineuron* muell. arg.) ao longo do fuste. **Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.54-58, jul./set. 2008.
- ZAKIA, M. J. B. et al. **Equações de peso e volume para oito espécies lenhosa nativas do Seridó-RN**. Natal: PNUD/FAO, 1990. 5 p. (Circular Técnica, Nº 9)