

LEVANTAMENTO DA BIOMASSA LENHOSA EM PÉ E O CORRESPONDENTE SEQUESTRO DE CARBONO FIXO DOS *Pinus elliottii* DO PARQUE DA CIDADE DE BRASÍLIA, DF.

José Imaña Encinas¹, Inti Arantes de Oliveira², Júlio César Sobreira Ferreira³, Christian Rainier Imaña⁴

(recebido em 15. 04. 2009 e aceito para publicação em 03.09.2009)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento dendrométrico dos indivíduos arbóreos do Bosque de *Pinus elliottii* do Parque da Cidade de Brasília. Numa área de 5 ha, através de um levantamento de enumeração total, foram medidas em 996 árvores as variáveis dendrométricas DAP, D_{10m} e altura total a fim de estimar o correspondente volume de madeira. Obtido o volume foi calculada a biomassa lenhosa em pé desses indivíduos e o correspondente seqüestro de carbono fixo. O DAP médio foi igual a 41,31 cm produzindo um total de 2.456,6 m³ de madeira, equivalente a 1.252,9 toneladas de biomassa lenhosa em pé correspondente a 626,45 toneladas métricas de CO₂ seqüestrado. Em valores monetários ambientais representariam aproximadamente 15.000 reais. Recomenda-se manter o Bosque de Pinus do Parque da Cidade em rigoroso e correspondente sistema de manejo e administração florestal sustentável.

Palavras-chave: inventário de enumeração total, volume de madeira, urbanização urbana.

STANDING WOOD BIOMASS AND CARBON SEQUESTRATION SURVEY OF THE *Pinus elliottii* PLANTATION AT THE BRASILIA URBAN PARK, FEDERAL DISTRICT

ABSTRACT

The present study aimed a dendrometrical survey of a *Pinus elliottii* plantation in the Brasilia urban park. It was measured on 996 trees the dendrometrical variables: diameter at breast height (DBH), D_{10m} and their total height to estimate the wood volume

¹ PhD, Universidade de Brasília, Depto. Engenharia Florestal, Caixa Postal 04357, Universidade de Brasília, Brasília, DF. E-mail: imana@unb.br.

² Engº Florestal, Mundo Verde Agroflorestal. E-mail: inti@mundoverdeagroflorestal.com>

³ Engº Florestal, Mestrando, Universidade de Brasília, Depto. Engenharia Florestal. E-mail: juliosobreira@gmail.com.

⁴ Estatístico, Secretaria da Fazenda do Estado de Minas Gerais. E-mail: christian_bsb@hotmail.com.

through a forest census in 5 hectare. Through the wood volume was calculated the biomass and carbon sequestration. The DBH average was 41,31 cm, producing a total wood volume of 2,456.6 m³, equivalent to 1,252.9 tons of wood biomass relative to 626.45 metric tons of sequestered CO₂. On economical environmental status, the pine plantation at the Brasilia urban park can be obtaining approximately 15.000 “reais”. It is recommended to preserve this pine plantation with a rigorous system of forest sustainable management and administration.

Key words: Forest census, wood volume and biomass, carbon sequestration, urban trees.

INTRODUÇÃO

Diversas espécies de *Pinus* foram introduzidas no Brasil há mais de um século, trazidas pelos imigrantes europeus, para a produção de madeira e resina. As primeiras inserções de que se tem registro foram de *Pinus canariensis*, proveniente das Ilhas Canárias, no Rio Grande do Sul, em torno de 1880 (SHIMIZU, 2008).

Por volta de 1936, foram iniciados os primeiros ensaios de introdução de espécies de *Pinus* de origem européia para fins silviculturais, no entanto, não houve o sucesso esperado. Em 1947, através do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, foram introduzidas espécies trazidas da América do Norte, entre elas *P. palustris*, *P. echinata*, *P. elliotii* e *P. taeda*, sendo que estas duas últimas se destacaram pela facilidade nos tratos silviculturais, rápido crescimento e reprodução intensa no Sul e Sudeste do País (SHIMIZU, 2008).

A maior parte da área reflorestada existente no País formou-se nas décadas de 1970 a 1980, quando da vigência do programa de incentivos fiscais do Fundo de Investimentos Setoriais – Fiset, do Banco do Brasil, instituindo assim os reflorestamentos industriais hoje existentes (JUVENAL e MATTOS, 2002). A espécie de *Pinus elliotii* Engelm. além de ser utilizada para fins industriais de produção madeireira e resina, na cidade de Brasília foi plantada como elemento ornamental e paisagístico podendo atingir alturas de até 25 m e diâmetros de até 100 cm.

A finalidade do paisagismo é a integração do homem com a natureza, tentando proporcionar melhores condições de vida quanto ao equilíbrio do meio ambiente. Ele abrange todas as áreas onde se registra a presença do ser humano, desde as rurais até as regiões metropolitanas. O paisagismo deve atuar como fator de equilíbrio entre o homem e o meio ambiente. Assim o paisagismo urbano tem por objeto ocupar os espaços abertos (não construídos) e as áreas livres, principalmente com finalidades da recreação e lazer da sociedade civil.

Os reflorestamentos de *Pinus* spp., no País, tem um papel estratégico no processo de retirada de carbono (CO₂) da atmosfera através da fotossíntese, pelo fato de estarem em relativo contínuo crescimento e serem constantemente renovados (BELLOTE et al, 2006). Assim as espécies de *Pinus* em áreas urbanas tornam-se forte aliado no processo de extração de carbono da atmosfera.

O Parque da Cidade

O Parque Dona Sarah Kubitschek, mais conhecido como Parque da Cidade de Brasília, estabelecido pelo Decreto nº. 4.211 de 16/06/1978 foi inaugurado em 11 de outubro de 1978, na concepção paisagística elaborada por Roberto Burle Marx. O parque possui uma área de 320 hectares constituído para formar um dos pulmões da capital federal. Uma das unidades espaciais do parque é formada pelo Bosque de Pinus (Figura 1) cobrindo atualmente uma área verde de aproximadamente 5 hectares. Plantou-se a espécie arbórea *Pinus elliottii*, segundo a Administração do Parque, para criar correspondente área verde arborada para atividades de lazer e recreação.



Figura 1. Bosque de Pinus no Parque da Cidade de Brasília.

Segundo Imaña Encinas (1978) o inventário florestal é um método de descrição quantitativa e qualitativa das árvores florestais de uma área e das características da área onde nela se desenvolvem. Para qualquer planejamento de gestão e

correspondente administração do Bosque de *Pinus* do Parque da Cidade, um inventário florestal permitiria uma específica caracterização dessa comunidade vegetal junto ao conhecimento quantitativo e qualitativo da espécie que a compõe. Por tanto, os objetivos de qualquer inventário florestal na plantação de *Pinus* no Parque da Cidade, deve considerar especificamente as suas características de uso. O levantamento pé a pé (IMAÑA ENCINAS, 1978) ou de enumeração total (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997) pode fornecer com precisão correspondentes parâmetros dasométricos como área basal, volume de madeira, qualidade do fuste, estado fitossanitário e forma da copa. Imaña Encinas (1978) informa que os inventários pé a pé, também conhecidos por censo total, devido ao seu alto custo e o tempo necessário à sua realização, só se justificam nas avaliações de populações pequenas, de grande importância econômica, ou em trabalhos de pesquisa científica cujos resultados exigem exatidão. O Bosque de *Pinus* do Parque da Cidade de Brasília enquadra-se perfeitamente nesses conceitos.

O objetivo do presente trabalho foi efetuar um levantamento dendrométrico de enumeração total de todos os indivíduos arbóreos do Bosque de *Pinus elliotii* Engelm. do Parque da Cidade de Brasília, a fim de estimar o seu correspondente volume de madeira fornecendo informações quantitativas da biomassa lenhosa em pé e sua correspondente absorção de carbono fixo, assim como o estado fitossanitário das árvores.

MATERIAL E MÉTODOS

O Bosque de *Pinus* do Parque da Cidade de Brasília (Figura 2) está localizado a 1.150 m de altitude, nas coordenadas geodésicas UTM 0186677 S - 8250359 N e 0186947 S - 8250466 N. O bosque quando foi medido encontrava-se com idade de 44 anos.

Para a coleta das informações dendrométricas foi utilizado o método de seleção de enumeração total das árvores. Com uso de um GPS todas elas ficaram plotadas em coordenadas geográficas. Nas árvores foi medido o DAP (a 1,30 m do solo), obtido através de uma suta de 80 cm e para as árvores de maior diâmetro foi utilizada uma fita métrica, transformando a medida de circunferência em diâmetro, em ambos os casos com precisão de 1 cm. Além do DAP, foi obtida a altura da árvore, utilizando-se o hipsômetro de Haga. Em 16 árvores foi medido o D_{10m} (diâmetro a 10 m de altura) com o Relascópio de Bitterlich.

O volume de madeira foi calculado pela fórmula tradicional (IMAÑA ENCINAS, 1978) indicada a seguir:

$$V = g \cdot h \cdot ff$$

onde: V = volume da árvore em m^3
 g = área basal da árvore em cm^2
 h = altura total em m
 ff = fator de forma



Fonte: Google Maps (2009).

Figura 2. Localização do Bosque de *Pinus elliottii* no Parque da Cidade de Brasília.

A área basal (g) obteve-se através da fórmula: $g = DAP^2 \cdot (\pi/4)$. O fator de forma (ff) foi determinado pela relação $ff = D_{10m} / DAP$ (IMAÑA ENCINAS, et.al., 2002). A biomassa em pé foi determinada pela multiplicação do volume de madeira obtido vezes o correspondente peso específico da madeira de *Pinus elliottii*. Através da multiplicação da biomassa lenhosa em pé vezes o fator 0,5 (SOARES et.al, 2006) foi obtido o conteúdo de carbono fixo dessas árvores.

O estado fitossanitário foi determinado pela observação do aspecto externo da árvore e da qualidade de crescimento do fuste. A avaliação considerou 4 classes fitossanitárias: morrendo, com lesão tipo A, lesão tipo B e saudável. Morrendo foi



quando o indivíduo estava sem folhas, com galhos secos e casca soltando do fuste espontaneamente. Classificada com lesão tipo A, quando apresentava uma cicatriz recente, em uma grande área do fuste. Quando o fuste possuía uma pequena lesão foi classificada com lesão tipo B. Classificada como saudável quando não foi encontrada nenhuma alteração no aspecto natural do fuste. Foi observada também, a presença ou não de formigas nos fustes e nas bases das árvores.

Na estrutura da copa se considerou a seguinte classificação: copa sem folhas, com poucas folhas e repleta de folhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento dendrométrico de enumeração total ou censo total foi realizado em 996 árvores de *Pinus elliottii* Engelm. distribuídas nos atuais 5,2 ha do bosque remanescente. Pela presença de luz no solo e a distribuição espacial das árvores, além de encontrar tocos de árvores cortadas, percebeu-se que na plantação já tinha existido desbastes, nos seus 44 anos de existência.

A administração do parque informou que no ano de 2005 ficou constatada a presença de um fungo em alguns indivíduos deste povoamento e que, em conjunto com a força do vento, ocasionou a queda de aproximadamente 250 árvores. Provavelmente, devido à grande frequência de usuários do parque e abertura de áreas de estacionamento, realizou-se no Bosque de *Pinus* vários desmatamentos, um deles nos últimos anos mais de seis ha que pode ser verificado pelas imagens de 2006 do satélite Google (Figura 3). Além desses cortes e desbastes a área do bosque foi drasticamente diminuída, uma vez que quando estabelecido ocupava uma área próxima de 40 ha.



Fonte: Google Maps (2006).

Figura 3. Área do Bosque de *Pinus* em 2006.

Os DAP's medidos nas 996 árvores, ordenados em classes diamétricas de 3 cm, mostraram estarem distribuídos em 26 classes (Tabela 1). Os diâmetros estabeleceram um intervalo geral entre 10 cm (valor mínimo) e 98 cm (valor máximo encontrado). A classe diamétrica de maior frequência foi de 39 a 42 cm, localizando-se nessa classe a moda correspondente a 41,5 cm com 62 indivíduos. O DAP médio aritmético foi igual a 41,31 cm, e o DAP médio ponderado igual a $40.791 / 996 = 40,95$ cm, ambos pertencentes a mesma classe diamétrica, mostrando que os DAP's das árvores estão distribuídos acompanhando uma curva típica da distribuição normal.

Tabela 1. Classes diamétricas em cm do Bosque de *Pinus* do Parque da Cidade.

| Classe diamétrica | PMC cm | Freq. Ab. N | Produto PMC · Freq.Ab |
|-------------------|--------|-------------|-----------------------|
| 9-12 | 10,5 | 1 | 10,5 |
| 15-18 | 16,5 | 2 | 33,0 |
| 18-21 | 19,5 | 3 | 58,5 |
| 21-24 | 22,5 | 19 | 427,5 |
| 24-27 | 25,5 | 30 | 765,0 |
| 27-30 | 28,5 | 62 | 1.767,0 |

| Classe diamétrica | PMC cm | Freq. Ab. N | Produto PMC · Freq.Ab |
|----------------------|-----------|----------------|--------------------------|
| 30-33 | 31,5 | 94 | 2.961,0 |
| 33-36 | 34,5 | 116 | 4.002,0 |
| 36-39 | 37,5 | 127 | 4.762,5 |
| 39-42 | 40,5 | 132 | 5.346,0 |
| 42-45 | 43,5 | 109 | 4.741,5 |
| 45-48 | 46,5 | 102 | 4.743,0 |
| 48-51 | 49,5 | 75 | 3.712,5 |
| 51-54 | 52,5 | 29 | 1.522,5 |
| 54-57 | 55,5 | 24 | 1.332,0 |
| 57-60 | 58,5 | 17 | 994,5 |
| 60-63 | 61,5 | 19 | 1.168,5 |
| 63-66 | 64,5 | 16 | 1.032,0 |
| 66-69 | 67,5 | 6 | 405,0 |
| 69-72 | 70,5 | 4 | 282,0 |
| 72-75 | 73,5 | 3 | 229,5 |
| 75-78 | 76,5 | 2 | 153,0 |
| 78-81 | 79,5 | 1 | 79,5 |
| 84-87 | 85,5 | 1 | 85,5 |
| 87-90 | 88,5 | 1 | 88,5 |
| 96-99 | 97,5 | 1 | 97,5 |
| Total | | 996 | 40.791 |

PMC = ponto médio da classe diamétrica, Freq. Ab = frequência absoluta

O fator de forma (ff) igual a 0,75 foi determinado em 16 árvores (Tabela 2), mostrando que os fustes até 10 m de altura apresentaram uma forma próxima de um cilindro, caracterizando um bom desenvolvimento dos troncos.

Tabela 2. Fator de forma (ff).

| Árvore | DAP Cm | D _{10m} Cm | ff (D _{10m} / DAP) |
|--------|-----------|------------------------|--------------------------------|
| 01 | 47,5 | 35,0 | 0,74 |
| 02 | 37,5 | 30,0 | 0,80 |
| 03 | 50,0 | 39,0 | 0,78 |
| 04 | 39,0 | 27,0 | 0,69 |

| Árvore | DAP Cm | D _{10m} Cm | ff (D _{10m} / DAP) |
|--------|-----------|------------------------|--------------------------------|
| 06 | 39,0 | 30,0 | 0,77 |
| 07 | 28,5 | 22,0 | 0,77 |
| 08 | 40,0 | 30,0 | 0,75 |
| 09 | 39,0 | 29,5 | 0,76 |
| 10 | 37,0 | 27,0 | 0,73 |
| 11 | 30,0 | 20,0 | 0,67 |
| 12 | 30,0 | 22,0 | 0,73 |
| 13 | 40,0 | 34,0 | 0,85 |
| 14 | 44,0 | 32,0 | 0,73 |
| 15 | 47,0 | 32,0 | 0,68 |
| 16 | 28,0 | 20,0 | 0,71 |

O volume total de madeira das 996 árvores, calculado através deste levantamento foi de 2.456,6 m³ com casca, correspondendo a um volume médio individual igual a 2,47 m³.

Um inventário florestal realizado em um talhão de *Pinus elliottii* com 584 árvores de 22 anos de idade, em Santa Catarina, apresentou um diâmetro médio e altura média de 29,9 cm e 22,7 m respectivamente, produzindo um volume total de madeira de 575,2 m³/ha (SCHNEIDER e FINGER, 1994). Um outro talhão, de 20 anos de idade com 744 indivíduos, apresentou 31,1 cm de diâmetro médio e altura de 23,2 m, com um volume equivalente a 470 m³/ha.

As 996 árvores de *Pinus elliottii* do Bosque de *Pinus* do Parque da Cidade ocupam uma área correspondente a 5 ha. Extrapolando a área ocupada pelo número de indivíduos, verificou-se que o Bosque poderia produzir 1.023,58 m³/ha.

Para efeito comercial, realizados correspondentes levantamentos do preço da madeira de pinus, no mercado de São Paulo, obteve-se um preço médio de R\$ 60,00 por metro cúbico, podendo contabilizar hipoteticamente para a madeira do Bosque de Pinus do Parque da Cidade, uma transação comercial em torno de 145 a 150 mil reais pela madeira das 996 árvores.

Encontrou-se na revisão bibliografia que o peso específico da madeira de *Pinus elliottii* varia de 0,45 a 0,56 g/cm³ (SCHUMACHER et al., 2005). Para a determinação da biomassa lenhosa em pé do Bosque de *Pinus*, utilizou-se o valor médio dos pesos específicos informados, igual a 510 kg/m³. Nesse sentido pela multiplicação do volume de madeira em pé, pelo correspondente peso específico da madeira, obteve-se 1.252,9

toneladas de biomassa lenhosa em pé, correspondendo a 626,45 toneladas métricas (TM) de carbono fixo.

Considerando o mercado internacional de créditos de carbono e assumindo um valor de US\$ 12,00 por TM de CO₂ (LAMARCA JÚNIOR e SILVA, 2008) o Bosque de *Pinus* do Parque da Cidade de Brasília, ambientalmente poderia obter um valor de aproximadamente 15.000 reais.

Em relação ao estado fitossanitário das árvores do Bosque de *Pinus*, encontrou-se que 83,23 %, 829 dos indivíduos arbóreos encontram-se em estado saudável, 0,9 % (9 árvores) apresentaram lesão tipo A, 15,16 % (151 árvores) lesão tipo B e 0,7 % (7 árvores) em estado final de vida. Conseqüentemente 99,3 % das árvores estavam saudáveis ou com pequenas lesões, e somente 0,7 % dos indivíduos estavam morrendo.

Verificando o estado das copas, observou-se que 436 árvores (43,78 %) apresentaram copa cheia de acículas (folhas), 547 árvores (54,92 %) com mais de metade da copa com acículas, 13 árvores (1,31 %) com quase sem acículas ou sem folhas. Os resultados encontrados confirmam que 98,7 % das árvores estão em muito bom estado fitossanitário mostrando a sua robustez na densidade foliar de suas copas.

Em relação à ocorrência de formigas nas árvores medidas, 10,74 % dos indivíduos (107 árvores) estavam com certo grau de ataque de formigas e em 89,26 % (889 árvores) não foram detectadas formigas nos fustes correspondentes.

Propõe-se aos administradores do Parque da Cidade manter a qualquer custo, as árvores em pé na área do Bosque dos *Pinus*, uma vez que proporcionam sombra e condições agradáveis aos usuários do parque, e mostrar à sociedade que também árvores no parque, administrados nos conceitos da sustentabilidade, podem ingressar no mercado internacional da emissão de carbono.

CONCLUSÕES

Das 996 árvores do Bosque de *Pinus* do Parque da cidade, 99,3 % dos indivíduos arbóreos medidos e observados se encontram em boas condições fitossanitárias e de crescimento, devendo ser mantidas sob regime rigoroso da sustentabilidade, e até mesmo recomposta sua área original de plantio.

Demonstrou-se que é possível obter um valor ambiental, referente ao seqüestro de carbono fixo que pode ser obtido pelo crédito de carbono do mercado internacional, situação que permite valorizar mais ainda a sua conservação dentro dos limites do Parque da Cidade de Brasília.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R. A., LAVORANTIO, J., TOMAZELLO, M. e ANDRADE, G. C. **Acúmulo de carbono no Pinus taeda estimado pela densimetria de raios x e análise de tronco**. Boletim de pesquisa Florestal, Colombo, n. 53, p. 137-154. 2006
- IMAÑA ENCINAS, J. **Conceitos básicos sobre inventários florestais**. Brasília: Universidade de Brasília, 1978.
- IMAÑA ENCINAS, J.; SILVA, G. F. da; KISHI, I. T. **Variáveis dendrométricas**. Brasília: Universidade de Brasília, 2002. 106 p. (série Comunicações Técnicas Florestais, v. 4, n. 1)
- JUVENAL, T. L. e MATTOS, R. L. G. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento**. Rio de Janeiro: BNDES, 2002.
- LAMARCA JUNIOR, M. R. e SILVA, C. R. L. O mercado de carbono como instrumento de conservação da floresta Amazônica. In; XLVI Congresso Brasileiro da Sociedade de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco - AC, 2008. 16 p.
- PÉLLICO NETTO, S. e BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: editorado pelos autores, 1997. 316 p.
- SCHNEIDER, P. R. e FINGER, C. A. G. Determinação de regimes de desbaste para povoamentos de *Pinus elliottii* do planalto ocidental no Estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 43-59, 1994.
- SCHUMACHER, M. V.; CALIL, F. N.; VOGEL, H. L. M. **Silvicultura aplicada**. Santa Maria: Editora UFSM, 2008. 120 p.
- SHIMIZU, J. Y. **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, v. 1, 2008. 223 p.
- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 276 p.