

Estimativa de seqüestro de carbono em mata ciliar: projeto POMAR, São Paulo (SP)

Estimate of carbon sequestration in riparian forests: the POMAR project case, São Paulo (SP)

Giuliana Del Nero Velasco¹
Niro Higuchi²

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi estimar a quantidade de carbono fixada (em plantio de três anos de idade) na vegetação arbórea do projeto POMAR, na cidade de São Paulo/SP, localizado às margens do Rio Pinheiros. Foram feitas medidas de altura e CAP (circunferência à altura do peito) de dezesseis espécies. Na área estudada de 4.612 m² havia 920 árvores. O estoque de carbono, três anos após o plantio, foi estimado em 67 t, que equivale a um estoque de 145,26 t de C ha⁻¹. O carbono seqüestrado estimado por um hectare equivale à emissão de vinte veículos. Concluiu-se que o plantio de árvores em cidades contribui para o sequestro de C devendo ser uma prática incentivada em conjunto com redução de emissões.

Palavras-chave: mata ciliar; seqüestro de carbono.

Abstract

The research goal was to estimate the amount of Carbon that was fixed in a three-year-old plantation of tree species at the POMAR project in São Paulo city, on the Pinheiros River banks. The diameter at breast height (DBH) and height of sixteen tree species were measured and recorded. The studied plot had 4,612.5 m² and 920 trees. Carbon accumulation was 67t three years after planting, which corresponds to a stock of 145,26 t of C ha⁻¹. The estimated carbon captured by 1 ha is equivalent

1 Dra.; Engenheira Agrônoma; E-mail: gdnvelas@esalq.usp.br.

2 PhD.; Engenheiro Florestal; Pesquisador Titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA); E-mail: niro@inpa.gov.br

to the emission of 20 vehicles. It was concluded that the planting of trees in cities contributes in the sequestration of Carbon and should be an encouraged practice in association with emission reduction.

Key words: riparian forests; sequestration of carbon.

Introdução

São dois os aspectos mais importantes que levaram ao desenvolvimento do presente trabalho. O primeiro relaciona-se ao crescente aquecimento global resultante das emissões de gases na atmosfera, os quais absorvem a radiação infravermelha, contribuindo para o efeito estufa. Os principais são o dióxido de carbono (CO_2), produzido pela queima de combustíveis fósseis e de biomassa, incluindo as florestas; os clorofluorcarbonetos (CFCs), usados nos aerossóis e em aparelhos de refrigeração; o metano (CH_4), encontrados em aterros de lixo e fossas sanitárias; o ozônio (O_3); o óxido nitroso (N_2O) e o vapor de água. O CO_2 é o gás considerado como de maior relevância para o efeito estufa, sendo, portanto, de grande importância conhecer a fundo as atividades que conseguem removê-lo da atmosfera. O segundo aspecto relaciona-se à capacidade da biomassa em remover o carbono da atmosfera. Assim, as matas ciliares com seus diversos estratos arbóreos, têm um enorme potencial de sequestrar o carbono, além de contribuir com tantos outros benefícios, não só globais como também regionais.

Segundo SMA (2002) as matas ciliares incluem todo o tipo de vegetação arbórea que ocupa as margens dos rios, lagos e represas, sendo também chamadas de matas ripárias, estando sempre

vinculadas aos cursos d'água. Elas protegem os rios (tanto na quantidade como na qualidade das águas) e servem como importantes corredores para o movimento da fauna e para dispersão vegetal. Dessa forma, são fundamentais para o equilíbrio ambiental. As matas ciliares reduzem os assoreamentos dos rios e o aporte de poluentes e funcionam como barreiras naturais contra a disseminação de pragas e doenças da agricultura. Segundo Goldemberg e Villanueva (2003) em escala local e regional, protegem a água e o solo, oferecendo abrigo e sustento à fauna. Em escala global, as florestas em crescimento fixam o carbono atmosférico.

Segundo Sanquetta et al. (2002), um dos aspectos mais relevantes nos estudos de fixação de carbono em florestas é a questão metodológica de quantificação, pois sem cuidado em relação a isso não haverá consistência nas avaliações do carbono fixado nos ecossistemas florestais.

Segundo Martins (2004), existem dois métodos principais para a estimativa de estoque de carbono em reflorestamentos: o método destrutivo direto e o não destrutivo indireto. O método destrutivo direto consiste em derrubar e pesar um número significativo de árvores em uma determinada área, obtendo assim a quantidade de biomassa que está presente em um hectare da área de estudo.

Para Sanquetta et al. (2002) os métodos diretos implicam em determinações, enquanto os métodos indiretos geram estimativas. Estas são obtidas por meio de equações, chamadas equações alométricas, para estimar a biomassa em função de variáveis independentes como o Diâmetro à Altura do Peito (DAP) e a altura da planta. O método direto é apenas utilizado como verdade de campo para obtenção das variáveis de interesse.

O presente trabalho teve como principal objetivo estimar o estoque de carbono seqüestrado (em plantio de três anos) pela vegetação arbórea do projeto POMAR, localizado às margens do Rio Pinheiros, na cidade de São Paulo (SP).

Material e Métodos

A metodologia do presente trabalho baseou-se nas seguintes etapas:

Definição da área de estudo

Foi selecionado um trecho de um projeto de recuperação de mata ciliar às margens do Rio Pinheiros na cidade de São Paulo, denominado Projeto POMAR. Este trecho é chamado de projeto piloto, por ter sido o primeiro a ser implantado no ano de 2000 e conta com uma área de 4.612,5 m².

Levantamento das espécies

Foi feito um levantamento (censo) de todas as espécies arbóreas existentes na área selecionada, bem como de sua quantidade (número de indivíduos). Esse levantamento foi feito percorrendo a área em questão.

Medições na área

Foram sorteados 10 exemplares de cada espécie dos quais foram obtidas medidas de Circunferência à Altura do Peito (CAP) e altura (H) e geradas médias de CAP e H por espécie. Para a medição de CAP foi utilizada fita métrica e para a altura usou-se trena metálica.

Os valores de CAP foram transformados em Diâmetro à Altura do Peito (DAP), através da fórmula: $DAP = CAP/\pi$.

Aplicação da equação alométrica para as espécies

Para cada espécie foi aplicada a equação alométrica obtendo-se o valor de biomassa. Em seguida, utilizou-se o fator de conversão para estimar o valor de carbono. Segundo Higuchi, et al. (1998), a equação alométrica utilizada refere-se ao cálculo de peso fresco da árvore. 60% deste valor refere-se ao peso seco (40% é água). O total de carbono é 48% do peso seco.

A fórmula obtida e as porcentagens referentes a peso seco e quantidade de carbono encontram-se em Higuchi et al. (1998). Assim a equação para se calcular o peso fresco de uma árvore é:

$$\ln PF = -2,694 + 2,038 \ln D + 0,902 \ln H$$

Onde,

PF = Peso fresco, em kg

D = Diâmetro à altura do peito, em cm

H = Altura total da árvore, em m

A partir da fórmula acima descrita, consegue-se obter a quantidade de carbono em kg árvore⁻¹.

O mesmo procedimento foi adotado para as palmeiras existentes na área,

sendo que a fórmula utilizada para o cálculo é:

$$\ln PF = -1,497 + 2,548 \ln D$$

Onde,

PF = Peso Fresco, em kg

D = Diâmetro a altura do peito, em cm

Estimativa de seqüestro de carbono para a área de estudo

Os valores obtidos por espécie através da equação alométrica foram multiplicados pelo número de plantas obtido no levantamento, resultando em um valor total de t de C na área piloto do projeto POMAR.

Comparação de seqüestro de carbono com emissão por automóvel

Foi feita uma comparação entre a quantidade de carbono seqüestrada

na área total do projeto POMAR e a quantidade emitida para a atmosfera de CO₂ por um veículo leve. Foi utilizado o valor de emissão de 2,164 kg de CO₂ l⁻¹ de gasolina segundo dados do Relatório de qualidade do ar da CETESB (2004). Considerando que um automóvel percorra dez quilômetros com um litro de gasolina e que percorra em média 120.000 km em sua vida útil, o mesmo emitirá uma quantidade aproximada de 26 t de CO₂ ao longo de sua vida útil, o que corresponde a uma emissão média por veículo de 7,1 t de C.

Resultados e Discussão

A tabela 1 reúne os resultados obtidos no levantamento de campo mostrando, para cada espécie, as médias dos valores de DAP e H, bem como a

Tabela 1. Nome comum, nome científico, média de DAP, média de altura e quantidade de indivíduos na área piloto do Projeto POMAR

Nome Comum	Nome Científico	Média de DAP (cm)	Média de altura (m)	Total de indivíduos na área piloto
Eritrina candelabro	<i>Erythrina speciosa</i>	12,52	3,2	50
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	23,45	7,0	283
Ingá	<i>Ingá uruguensis</i>	5,89	3,5	12
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	2,55	2,3	26
Falso Barbatimão	<i>Cássia leptophylla</i>	21,9	4,0	74
Ipê Rosa	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	12,73	5,5	15
Aldrago	<i>Pterocarpus violaceus</i>	11,77	4,8	54
Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	12	3,8	33
Embauba	<i>Cecropia pachystachya</i>	20,54	4,0	21
Embauba prateada	<i>Cecropia hololeuca</i>	14,64	8,0	29
Juçara	<i>Euterpe edulis</i>	6,36	3,4	69
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i>	6,68	2,8	61
Fedegoso	<i>Senna macranthera</i>	14	3,0	72
Jacarandá Bico-de-pato	<i>Machaerium aculeatum</i>	22,28	6,0	28
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	17,19	4,9	42
Sibipiruna	<i>Caesalpinia pluviosa DC.</i>	8,91	4,7	51
TOTAL				920

Fonte: Os autores

quantidade de exemplares de cada espécie existentes no projeto piloto. Cabe lembrar que a espécie *Syagrus romanzoffiana*, conhecida popularmente por jerivá destaca-se em relação às outras em termos de quantidade (283 indivíduos). Esse fato é explicado por ser o jerivá a espécie símbolo do projeto POMAR, sendo plantada em maior quantidade.

Os resultados obtidos de peso fresco, peso seco, carbono por árvore e quantidade total de carbono por espécies podem ser vistos na tabela 2.

Extrapolando os valores mostrados na tabela 2 para uma área de um hectare, tem-se que, para a situação estimada, chega-se a um valor de 145,26 t de C ha⁻¹.

Cabe lembrar que as medidas de CAP e H foram coletadas quando as espécies atingiam em média três anos de idade. Tais valores certamente seriam

maiores se fossem medidos em espécies de maior idade, as quais teriam maiores valores de altura e CAP. Como exemplo tem-se a sibipiruna que, na ocasião em que foi medida, tinha uma média de DAP de 8,91 cm e uma altura média de 4,7 m, sendo que esta espécie pode chegar a valores de 40 cm de DAP e 16 m de altura, segundo Lorenzi (1992).

Além disso, é importante ressaltar que o cálculo de seqüestro de carbono foi feito apenas nas espécies plantadas no local, não levando em conta o total absorvido de carbono em todo o ecossistema, visto que essa absorção também ocorrer no sub-bosque, na serrapilheira e no húmus. De acordo com Nutto et al. (2002), a parte correspondente à árvore isolada contribui com 47% da quantidade total de carbono armazenado, sendo que os 53% restantes estão no sub-bosque, serrapilheira e húmus.

Tabela 2. Nome comum, peso fresco, peso seco, carbono, e carbono total por espécie

Nome comum	Peso Fresco	Peso Seco	Carbono	Carbono total
				por espécie
	-----kg-----			t
Eritrina candelabro	33,31	19,99	9,59	0,48
Jerivá	693,40	416,04	199,70	56,51
Ingá	7,77	4,66	2,24	0,03
Ipê amarelo	3,81	2,29	1,10	0,03
Falso Barbatimão	127,32	76,39	36,67	2,71
Ipê Rosa	56,16	33,70	16,17	0,24
Aldrigo	42,34	25,40	12,19	0,66
Mirindiba	35,67	21,40	10,27	0,34
Embauca	111,72	67,03	32,17	0,67
Embauba prateada	104,71	62,83	30,16	0,87
Juçara	24,95	14,97	7,19	0,49
Quaresmeira	8,21	4,93	2,36	0,14
Fedegoso	39,46	23,68	11,36	0,82
Jacarandá Bico-de-pato	190,09	114,05	54,75	1,53
Pata-de-vaca	93,34	56,00	26,88	1,13
Sibipiruna	23,56	14,14	6,78	0,35
TOTAL				67,00

Fonte: Os autores

O resultado obtido de 145,26 t de C ha⁻¹. é corroborado com resultados encontrados em Martins (2004), com valores de 95 t de C ha⁻¹.

Comparando-se com o valor de 7,1 t de C emitido por veículo, o carbono seqüestrado estimado para um hectare equivale à emissão de vinte veículos.

Assim o plantio de espécies deve ser incentivado em margens de rios (como no caso do projeto POMAR) bem como em parques, praças e calçadas, colaborando para o sequestro de C nas cidades.

Conclusões

Concluiu-se no presente estudo que o plantio de espécies em grandes cidades, como é o caso da cidade de São Paulo, contribui com o seqüestro de C,

devendo ser uma prática incentivada para minimizar os efeitos das grandes emissões de gases de efeito estufa, por parte, por exemplo, da frota de veículos.

O projeto POMAR pode ser visto como uma favorável iniciativa de plantio de espécies dentro do contexto urbano e seu exemplo deve ser seguido em outras áreas da cidade, como praças, parques, calçadas, entre outras.

Agradecimentos

Helena Carrascosa von Glehn e Alexandre Soares, (SMA), pelas informações a respeito do Projeto POMAR e ajuda nas coletas de campo;

Mariano Colini Cenamo (CEPEA, ESALQ/USP), pelas informações fornecidas.

Referências

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. *Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo*. 2.ed. São Paulo: CETESB/SEMA-SP, 2004. 137 p.

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2003. 226 p.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazônica*. V.28, N.2, p. 153 – 166, 1998.

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MARTINS, O. S. *Determinação do potencial de seqüestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos – SP*. 2004. 133 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas e da Saúde) – Setor de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

NUTTO, L.; WATZLAWICK, L. F.; GRAMMEL, R.; FENNER, P. T. O mercado internacional de CO₂: o impacto das florestas naturais e das plantações. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. (Ed.). *As florestas e o carbono*. Curitiba: Brasil, 2002. cap. 4, p. 89 – 108.

VELASCO, G.D.N; HIGUCHI,N.

SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. (Ed.). *As florestas e o carbono*. Curitiba: Brasil, 2002. 265 p.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO - SMA. *Matas Ciliares e equilíbrio ambiental*. São Paulo, SMA, 2002. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 22 nov. 2004.