

SEQUESTRO FLORESTAL de CO₂ EM CLUBE CAMPESTRE: OPÇÃO PARA COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES DE FROTA DE ÔNIBUS URBANO

Sirlene Gomes Pessoa *

Isaltino Alves Barbosa **

Lucas Ferreira Keunecke ***

Diego de Almeida Gomes ****

Marcos Luiz Cocco *****

Diego Ricci Macena *****

RESUMO: Objetivou-se neste estudo estimar o sequestro de dióxido de carbono (CO₂) de espécies florestais nativas e exóticas do clube campestre da Associação dos Funcionários da Fazenda do Estado de Mato Grosso (AFFEMAT) e confrontar essa remoção com as emissões de CO₂ da frota de ônibus urbanos de Cuiabá - MT. Utilizando como método as equações alométricas, para uma área de 100m², chegou-se ao resultado de 2,71t/CO₂ removidas pelas espécies nativas e 13,37t/CO₂ pelas espécies exóticas. Concluiu-se que 100m² de área com espécies nativas (2,71t/CO₂) compensam as emissões de 9 (nove) ônibus trabalhando

* Mestre em Agronegócios e Desenvolvimento Regional pela Faculdade de Economia da UFMT/MT. Docente de Graduação da disciplina de Poluição de Ar e Mercado de Carbono da Faculdade de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG/MT; E-mail: sirlenepessoa@ig.com.br

** Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT; Docente de Graduação em Modelagem Ambiental pela Faculdade de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG/MT; E-mail: isaltino_alvez@hotmail.com

*** Discente de Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG/MT; E-mail: lucas_keunecke@yahoo.com.br

**** Discente de Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG/MT; E-mail: diegoagomes@hotmail.com

***** Discente de Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG/MT; E-mail: marcosluizcocco@gmail.com

***** Discente de Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Várzea Grande - UNIVAG./MT; E-mail: diego_ricci95@hotmail.com

um dia na capital cuiabana e as remoções pelas espécies exóticas (13,37t/CO₂) compensam as emissões de um ônibus trabalhando durante 48 (quarenta e oito) dias. Por conseguinte, são necessários 12 hectares de área florestal para remover as emissões de CO₂ de toda a frota por um período de 1 (um) mês. Neste sentido, sugere-se aos representantes governamentais e gestores públicos que promovam maiores investimentos em áreas verdes urbanas, considerando sua importância na sustentabilidade tanto do campo quanto da cidade.

PALAVRAS-CHAVES: Compensação; Equações Alométricas; Remoção de CO₂.

FOREST SEQUESTRATION OF CO₂ IN COUNTRY CLUB: OPTION FOR COMPENSATION OF EMISSIONS OF URBAN BUS FLEET

ABSTRACT: The objective of this study is to estimate the sequestration of carbon dioxide (CO₂) of native trees and exotic campestral club of the Association of Employees of Finance State of Mato Grosso (AFFEMAT) and compare this removal with the emissions of CO₂ from the urban bus fleet of Cuiabá/MT. Using the allometric equation as a method, for an area of 100 m², it reached the result of 2.71 t/CO₂ removed by native species and 13.37t/CO₂ by exotic species. It was concluded that 100 m² area with native species (2.71 t/CO₂) offsets the emissions of 09 (nine) buses working one day in the capital Cuiabá, and the removals by exotic species (13.37 t/CO₂) offset the emissions of one bus working for 48 (forty eight) days; Therefore, it is necessary 12 hectares of forest area to remove the emissions of CO₂ of the entire fleet for a period of 01 (one) month. In this sense, we suggest to government representatives and public administrators, to promote greater investment in green urban areas, considering its importance in the sustainability of both the field and the city.

KEYWORDS: Allometric Equations; CO₂ Removal; Offset,

INRODUÇÃO

Segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA/MT) o

território mato-grossense é composto por 90,34 milhões de hectares, sendo que 62% desse total são de áreas preservadas (MATO GROSSO, 2007). Essas áreas consistem em terras indígenas, unidades de conservação, áreas preservadas pelo segmento rural, bem como em áreas com outras ocupações, como associações, clubes campestres, chácaras de lazer, etc. Constituído pelos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, Mato Grosso conta com recursos naturais que lhes oferecem não só fatores ao processo produtivo, mas imensuráveis belezas cênicas, muitas delas situadas em áreas de propriedades particulares. Nesse sentido, tem ocorrido aumento da exploração dessas áreas como atrativos turísticos, proporcionando lazer, emprego e renda não agrícola aos seus proprietários.

Entretanto, diante da rápida expansão das cidades e do crescimento demográfico, não há como se oferecer lazer no campo ignorando a poluição antrópica advinda da cidade. Além do lixo doméstico e problemas de saneamento básico, a sociedade urbana convive com a poluição industrial e a poluição causada pelos transportes urbanos, normalmente representados por frotas de ônibus movidos a combustíveis fósseis. O IV Relatório divulgado em 2007 pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima, em *inglês Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) informa que o aumento de CO₂ na atmosfera ocorre principalmente devido ao uso de combustíveis fósseis (IPCC, 2007, p. 3). No que se refere às emissões veiculares brasileiras, o país gradativamente vem substituindo o uso de combustíveis fósseis por combustíveis alternativos, principalmente pelos agrocombustíveis. Em 2009, segundo o relatório final do Ministério do Meio Ambiente (MMA) a frota brasileira emitiu cerca de 170 milhões de toneladas de CO₂, sendo que 14% foram de responsabilidade dos ônibus urbanos. As estimativas para o ano de 2020 revelam que esse percentual deverá reduzir para 10% (BRASIL, MMA, 2011, p. 66).

Nos termos do Protocolo de Quioto, em vigor desde 2005, projetos que utilizam mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) tanto em áreas urbanas como rurais, resultam em preservação ambiental, renda e promoção social à comunidade, além de créditos de carbono. Lacasta e Barata (1999, p. 2) afirmam que “o Protocolo de Quioto representa um assinalável progresso na criação de

um regime internacional de redução das emissões de gases de efeito de estufa”. Por conseguinte, afirma Seiffert (2009, p. 36) que:

[...] a partir da ratificação do protocolo pela Rússia, criou-se o contexto mundial necessário para a comercialização de créditos de carbono e permissões de emissão, entre os mais diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

As atividades de projetos de florestamento e reflorestamento, contempladas pelo Protocolo no âmbito do MDL, são desenvolvidas através da remoção ou sequestro de CO₂ da atmosfera pelo processo de fotossíntese das plantas. Para essas atividades, são considerados depósitos ou reservatórios de carbono (C), a biomassa viva acima do solo (caules, galhos, folhas), biomassa viva abaixo do solo (raízes), serapilheira (restos de vegetais que se acumulam no solo), madeira morta e carbono orgânico do solo, conforme publicado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) no MDL Guia de Orientação (BRASIL, 2009, p. 105). Entretanto, projetos florestais de MDL ainda têm baixa representatividade junto ao mercado de carbono, fazendo-se necessário o desenvolvimento desses projetos, principalmente no Brasil, onde a legislação ambiental é vasta e exigente.

Os números do mercado de carbono (regulado e voluntário) vêm crescendo a cada ano, em função do comportamento de países que cumprem metas diante do Protocolo de Quioto e de gestores empresariais que buscam compensar voluntariamente as emissões de suas empresas. Um total de 8,7 bilhões de tCO₂e (toneladas de CO₂ equivalentes) foram comercializadas no mercado em 2009, entre reduções, remoções, permissões e compensações, totalizando US\$143,735 bilhões (AMBROSI; KOSSOY, 2010, p. 1). O mercado voluntário é constituído por agentes de países que não ratificaram o Protocolo de Quioto. Nesse mercado são negociados títulos entre empresas, governos e cidadãos comuns que pretendem vender títulos e/ou compensar suas emissões. Só em projetos de compensação de carbono, em 2009 foram negociados no mercado voluntário norte americano um total de 29 milhões tCO₂e (AMBROSI;

KOSSOY, 2010, p. 30).

Por força da legislação ou como estratégia de marketing, gestores públicos e privados promovem a compensação de emissões de gases de efeito estufa na realização de seus eventos, através da aquisição de títulos de carbono e/ou de reflorestamentos de áreas rurais ou urbanas. A título de exemplo, o governo do Estado de Mato Grosso pretende compensar o CO₂ que será emitido na demolição e reconstrução do novo estádio de futebol para os jogos da Copa do Mundo em 2014, através do reflorestamento das margens dos Rios Cuiabá, São Lourenço e Paraguai. O projeto estima um total de 711 mil toneladas de emissões de carbono na construção da estrutura do estádio, que serão compensadas através do plantio de mudas de espécies nativas pelas comunidades rurais e ribeirinhas (ROMA, 2011).

Diante das evidências da contribuição do campo na promoção do desenvolvimento sustentável na cidade, este artigo tem como objetivo específico estimar o sequestro de CO₂ das espécies florestais nativas de área de preservação permanente (APP) e espécies exóticas do clube campestre de propriedade da Associação dos Funcionários da Fazenda do Estado de Mato Grosso (AFFEMAT). Visa ainda a confrontar comparativamente essa remoção florestal de CO₂ com as emissões de CO₂ da frota de ônibus urbanos de Cuiabá - MT.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A determinação da linha de base de projetos de carbono, ou seja, a situação *status quo* do sequestro de gás carbônico (CO₂) em projetos florestais e, o monitoramento dos projetos, demandam a aplicação de metodologias ou modelos econométricos que resultem em respostas confiáveis, passíveis de certificação. Para tanto, há que se mensurar a biomassa arbórea, “utilizada para estimar os estoques de carbono que, por sua vez, são utilizados para estimar a quantidade de CO₂” (HIGUCHI et al., 1998, p.154).

O recurso utilizado para mensurar biomassa arbórea tem sido a Alometria,

descrita por Tito, et.al., (2009, p.51) como sendo o “estudo dos padrões de crescimento dos seres vivos e a proporcionalidade entre razões específicas ou relativas de crescimento”. Nesse sentido, Higuchi et al., (1998); Tito et al., (2009) citam os métodos direto e indireto para gerar ou selecionar equações alométricas que mensuram a biomassa acima e abaixo do solo, para se chegar ao estoque de carbono (C) desses reservatórios e, conseqüentemente, ao CO₂.

Para construir ou gerar equações alométricas que possibilitem medir a biomassa dos compartimentos das árvores (troncos, galhos, folhas, raízes, etc) é necessário a destruição desses indivíduos florestais. Por outro lado, é possível localizar na literatura equações alométricas já prontas, as quais possibilitam estimar a biomassa pelo método indireto, com uso de variáveis como o diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das árvores, sem a destruição das mesmas. Tito et al., (2009, p.28), descrevem ambos os métodos, direto e indireto:

O método direto (ou destrutivo), utilizado para a construção de equações alométricas e fatores de expansão da biomassa, consiste em cortar um ou mais indivíduos (árvores), determinar a biomassa através do peso direto de cada um dos componentes (fuste, ramas e folhas) e extrapolar os resultados para a área total. Já o método indireto consiste em utilizar equações ou fatores de expansão que permitam relacionar algumas dimensões básicas obtidas em campo (de fácil medição) com características de interesse, de forma que não seja necessário medir estas últimas.

Vieira et al., (2008) destacam que nem todas as áreas possuem equações próprias e, estudos destrutivos para o desenvolvimento de novos modelos são caros e difíceis de serem realizados em áreas de conservação, como é o caso do clube campestre da AFFEMAT. Por outro lado, observam os autores que as equações alométricas são de fácil aplicação e podem ser específicas para um determinado local ou podem ser utilizadas para estimar a biomassa em diferentes

locais.

Higuchi et al., (1998), através do método direto, testaram modelos estatísticos e geraram equações para estimar a biomassa individual de árvores em pé, na Amazônia. Utilizaram amostra composta por 315 árvores com DAP \geq 5cm, que foram derrubadas, pesadas, secadas e medidas. Dessa forma, obtiveram variáveis como massa fresca, massa seca e C. Observaram que 60,2% do peso fresco arbóreo correspondem ao peso seco e o teor de C representa em média 48% do peso seco (troncos e galhos grossos). Testaram modelos estatísticos utilizando como variável dependente o peso fresco (P) e, como variáveis independentes, altura (H) e DAP. Afirmam os autores que, de modo geral, os modelos testados podem ser utilizados para estimar biomassa de árvores em pé da área de estudo. As equações geradas a partir dos modelos logarítmicos 1 e 2 estão expostas abaixo (HIGUCHI et al., 1998, p.161):

Modelo 1: (1)

(a) $\ln P = -1,754 + 2,665 \ln D$; para $5 \leq \text{DAP} < 20\text{cm}$

(b) $\ln P = -0,151 + 2,170 \ln D$; para $\text{DAP} \geq 20\text{cm}$

Equação única: $\ln P = -1,497 + 2,548 \ln D$; para $\text{DAP} \geq 5\text{cm}$

Modelo 2: (2)

(a) $\ln P = -2,668 + 2,081 \ln D + 0,852 \ln H$; para $5 \leq \text{DAP} < 20\text{cm}$

(b) $\ln P = -2,088 + 1,837 \ln D + 0,939 \ln H$; para $\text{DAP} \geq 20\text{cm}$

Equação única: $\ln P = -2,694 + 2,038 \ln D + 0,902 \ln H$; para $\text{DAP} \geq 5\text{cm}$

As equações a e b do Modelo 1 foram utilizadas pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) para estimativa de biomassa florestal, na elaboração tanto do 1º quanto do 2º Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa (BRASIL, 2004, p.23; BRASIL, 2010, p.234).

Lima et al., (2005) em Inventário Florestal Contínuo em Áreas Manejadas e Não Manejadas do Estado do Amazonas, também utilizaram a equações a e b do modelo 1 para estimativa de biomassa fresca. Utilizaram o fator 0,60 para

conversão de biomassa fresca em seca e, 0,50 para conversão de massa seca em C. Concluíram que o estoque médio de C para indivíduos com DAP ≥ 10 cm foi de 157,84 t.C.ha⁻¹ e em indivíduos com $5 \leq \text{DAP} < 10$ cm o estoque foi de 4,8 t.C.ha⁻¹.

Já, Velasco; Higuchi (2009, p.137) em estimativa de sequestro de C de mata ciliar: Projeto Pomar, São Paulo, utilizaram as equações alométricas únicas dos modelos 1 e 2, para estimativa do peso fresco. A equação única do modelo 1 foi utilizada especificamente para estimativa do peso fresco das palmeiras. Utilizaram o fator 0,60 para conversão de peso fresco em peso seco e 0,48 do peso seco em C. Nesse Projeto Pomar, as estimativas de C foram de 145,26t de C ha⁻¹.

Quanto ao fator de conversão de C em CO₂, consta em nota de rodapé do IV Relatório do IPCC (2007, p.3) que uma emissão de 1GtC (gigatonelada de C) corresponde a 3,67GtCO₂ (gigatoneladas de CO₂). Nesse mesmo sentido, Tito et al., (2009, p.3) reforçam:

Uma tonelada de carbono equivale a 3,67 toneladas (t) de CO₂ (obtido em razão dos pesos moleculares do carbono e do CO₂, de 12 / 44). Para saber a quantidade de CO₂ emitido ou armazenado a partir da quantidade de carbono de um determinado depósito deve-se multiplicar esta por 3,67. Por sua vez, uma tonelada de biomassa florestal possui aproximadamente 0,5 tonelada de carbono.

Do exposto, verifica-se que para estimar o CO₂ removido ou sequestrado pelos reservatórios de C da planta há que se obter, antes, o peso de sua biomassa, convertendo-se essa biomassa em C. Posteriormente, faz-se a conversão de C em CO₂, utilizando-se fator 3,67. (TSUKAMOTTO, 2003; MAESTRI et al., 2004); apud Pessoa, (2008) utilizam este fator multiplicativo para quantificar o C na forma de CO₂.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 LOCAL DA PESQUISA

O clube campestre da AFFEMAT está inserido no bioma Cerrado do município de Cuiabá - MT, em uma área de 17 (dezessete) hectares. Localiza-se na altura do km 22 da Rodovia Emanuel Pinheiro – Cuiabá - Chapada dos Guimarães - às margens do Rio dos Peixes, conforme mostra a figura 1, destacando as espécies nativas em área de preservação permanente (APP) e as espécies exóticas:



Figura 1. Delimitação da área do clube da AFFEMAT.

O local de estudo consiste em área de APP às margens do Rio dos Peixes e a área das instalações do clube ornamentada com espécies exóticas. Delimitou-se, ao acaso, na área de APP uma parcela de 4mx25m, método descrito por Averalo et al. (2002). Esta parcela representou a totalidade da área de vegetação nativa do clube, onde foi realizado o inventário florestal, medindo-se a circunferência à

altura do peito (CAP) empregando-se fita métrica e a altura com trena metálica. Foram selecionadas espécies com CAP acima de 20 cm para ambas as áreas e, transformadas CAP em diâmetro à altura do peito (DAP) através da fórmula $DAP = CAP/\pi$, (VELASCO; HIGUCHI, 2009, p.137). Para a área com espécies exóticas, não foi utilizada amostragem e sim a contagem da totalidade das espécies arbóreas que se enquadrava na restrição da CAP.

Coletaram-se pequenos galhos com folhas e alguns frutos para fins de identificação das espécies nativas e exóticas pelo biólogo Rodrigo Ferreira de Moraes, professor do Centro Universitário de Várzea Grande (UNIVAG).

3.2 APLICAÇÃO DO MODELO ALOMÉTRICO

Adotou-se nesta pesquisa o método indireto de estimativa de biomassa, optando pelas equações alométricas únicas dos modelos 1 e 2, desenvolvidas por Higuchi et al., (1998), utilizadas por Velasco; Higuchi, (2009, p.137). As equações permitem trabalhar com árvores de $DAP \geq 5\text{cm}$, uso específico para estimativa da biomassa das palmeiras, bem como a inserção das variáveis DAP e altura coletadas a campo, ou seja, na AFFEMAT, evitando a destruição das espécies pesquisadas. Adotaram-se os fatores de conversão do peso fresco em peso seco (0,60) e do peso seco em C (0,48) utilizados por Velasco; Higuchi (2009):

Modelo 1 (3)

Equação única: $\ln P = -1,497 + 2,548 \ln D$; para $DAP \geq 5\text{cm}$ (Palmeiras)

Onde:

\ln = logaritmo natural

P = Peso Fresco, em Kg;

D = Diâmetro a altura do peito, em cm.

Modelo 2 (4)

Equação única: $\ln P = -2,694 + 2,038 \ln D + 0,902 \ln H$; para $DAP \geq$

5 cm

Onde:

ln = Logaritmo Natural

P = Peso Fresco, em Kg;

D = Diâmetro à altura do peito, em cm;

H = Altura total da árvore, em metros.

Após as estimativas de biomassa e C, fez-se a conversão para CO₂ através da multiplicação pelo fator 3,67. Tanto as estimativas quanto as conversões foram elaboradas em planilhas do programa Excel. A conversão em CO₂ foi necessária para fins de confrontação com as emissões da frota de ônibus de Cuiabá/MT.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentam-se, a seguir, as espécies arbóreas, suas famílias e gêneros, bem como as médias de DAP e altura, tanto das espécies nativas quanto das exóticas. A tabela 1 adiante apresenta as espécies nativas encontradas na área de amostragem (APP), com seus respectivos nomes comuns e nomes científicos, médias de DAP, de altura e total de indivíduos. As espécies de número 5, 6 e 7 não foram identificadas por não apresentaram flores e frutos à época da coleta:

Tabela 1 Nome científico, nome comum, média de DAP, média de altura e quantidade de indivíduos na área de vegetação nativa

Nome Científico	Nome Comum	Média de DAP (cm)	Média de Altura (m)	Total de indivíduos na área de estudo
1. <i>Bignoniaceae</i>	<i>Tabebuia SP</i>	30,9	17	1
2. <i>Fabaceae</i>	<i>Anadenanthera</i>	16,1	8	3
3. <i>Esterculeaceae</i>	<i>Apeiba</i>	24,4	12	1
4. <i>Umaceae</i>	<i>Casearea</i>	10,2	10	1
5. Não Identificada	Não Identificada	27,1	15	1
6. Não Identificada	Não Identificada	8,0	7	1
7. Não Identificada	Não Identificada	11,5	10	1
Total				9

Elaborada pelos autores.

Foi encontrado um total de 9 (nove) indivíduos com circunferência acima de 20 cm na parcela selecionada aleatoriamente para representar a totalidade da área de APP. Três espécies são da família *Fabaceae*, sendo que os indivíduos de número 1, 3 e 5 apresentam alturas consideráveis e circunferências de um metro, em média, conforme se observa na tabela 1.

As espécies exóticas encontradas na área das instalações do clube, com suas respectivas identificações, médias de DAP, altura e total de indivíduos estão distribuídas na tabela 2:

Tabela 2 Nome científico, nome comum, média de DAP, média de altura e quantidade de indivíduos na área de vegetação exótica.

Nome Científico	Nome Comum	Média de DAP (cm)	Média de Altura (m)	Total de indivíduos na área de estudo
1. <i>Moraceae</i>	Oiti	10,5	4	23
2. <i>Anacardiaceae</i>	Cajueiro	7,8	4	1
3. <i>Malpigiaceae</i>	Acerola	6,2	3	3
4. <i>Anacardiaceae Mangifera</i>	Mangueira	26,0	10	8
5. <i>Moraceae</i>	Jaqueira	32,5	8	4
6. <i>Arecaceae</i>	Palmeira	15,3	4,5	28
Total				67

Elaborada pelos autores.

Dentre as espécies exóticas observou-se a existência de um maior número das famílias *Moraceae* (Oiti) e *Arecaceae* (palmeiras), conforme mostra a tabela 2. Os indivíduos de n^{os} 4 e 5 se destacam com relação aos seus diâmetros, equivalentes a 1 (um) metro de circunferência, em média.

Depois de aplicada a equação alométrica para cada espécie nativa e exótica chegou-se ao resultado do peso fresco, onde 60% desse peso correspondem ao peso seco e 48% ao C sequestrado.

Na tabela 3 adiante estão os resultados do peso fresco, peso seco e da estimativa do sequestro de C pelas espécies nativas (APP). A conversão do C em CO₂ (kg/ano, t/ano, respectivamente) consta da última coluna, para a parcela inicial de 100m²:

Tabela 3 Nome científico, peso fresco, peso seco, C e CO₂ total sequestrados pelas espécies na área de vegetação nativa

Nome científico	Peso Fresco	Peso Seco	C	Total de CO ₂ por espécie
1. <i>Bignoniaceae</i>	946,6	568	272,6	1,00
2. <i>Fabaceae</i>	127,7	76,6	110,4	0,40
3. <i>Esterculeaceae</i>	426,2	255,7	122,7	0,45
4. <i>Umaceae</i>	61,2	36,7	17,6	0,06
5. Não Identificada	646	387,6	186,1	0,68
6. Não Identificada	26,8	16,1	7,7	0,03
7. Não Identificada	77,8	46,7	22,4	0,08
Total				2,71

Elaborada pelos autores.

O sequestro de CO₂ na área de amostragem, com uso do modelo proposto, totalizou 2,71t/ano, conforme apresentado na tabela 3. Uma maior quantidade de sequestro de CO₂ ocorreu com as espécies das famílias de nºs 1, 3 e 5, fato justificado pelo maior diâmetro e altura das mesmas. Estendendo as estimativas da área de amostragem para 1 ha (um hectare) chega-se a um total de 271 t/CO₂/ha/ano, resultado que corrobora com os valores apresentados por Velasco e Higuchi (2009). Por oportuno, as estimativas para uma área de 12 ha na AFFEMAT resultam em uma remoção de 3.252 t/CO₂/ano.

Na tabela 4 adiante estão registrados os resultados do Peso Fresco, Peso Seco e do C sequestrado pelas espécies exóticas. A conversão do C em CO₂ consta da última coluna, para a parcela inicial de 100m²:

Tabela 4 Nome científico, peso fresco, peso seco, C e CO₂ total sequestrados pelas espécies na área de vegetação exótica.

Nome Científico	Peso Fresco	Peso Seco	C	Total de CO ₂ por espécie
	Kg/ano			t/ano
1. <i>Moraceae</i>	28,3	17	187,7	0,70
2. <i>Anacardiaceae</i>	15,5	9,3	4,5	0,01
3. <i>Malpigiaceae</i>	7,5	4,5	6,5	0,02
4. <i>Anacardiaceae Mangifera</i>	413,4	248	952	3,50
5. <i>Moraceae</i>	432,4	319,4	613,2	2,25
6. <i>Arecaceae</i>	233,1	139,8	1.879	6,89
Total				13,37

Elaborada pelos autores

O CO₂ sequestrado por todas as espécies exóticas do clube totalizou 13,37t, conforme apurado na última coluna da tabela 4. A existência de um maior número de indivíduos das famílias de n^{os} 1 e 6 e o maior diâmetro das espécies 4 e 5 explicam a quantidade maior de C sequestrado por estas espécies. A soma da estimativa de CO₂ sequestrado por ambas as áreas (amostragem nativa e espécies exóticas) totalizou 16,08t.

4.1 REMOÇÕES X EMISSÕES DE CO₂

Para fins de observar a contribuição do clube campestre da AFFEMAT em compensar as emissões de CO₂ no perímetro urbano da capital matogrossense, faz-se a seguir um confronto entre a quantidade de CO₂ sequestrada nas áreas de estudo e a quantidade emitida de CO₂ pela frota de ônibus urbanos de Cuiabá - MT.

As informações sobre a frota, consistente em número de carros, quilometragem rodada (dia/mês) e consumo de óleo diesel (0,47 litros/km) foram

extraídas do portal da Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes Urbanos de Cuiabá (SMTU). As emissões da frota foram estimadas aplicando-se o fator 2,671 kg/CO₂ por litro de diesel consumido, nos termos do 1º Inventário Nacional de Emissões Veicular (BRASIL, MMA, 2011, p. 35). A tabela 5 adiante mostra as estimativas médias de emissões de CO₂ diárias e mensais de um carro e de toda frota, constituída de 363 carros operantes, exclusive a frota de microônibus, bem como a quilometragem rodada e o consumo, considerando os veículos pesados:

Tabela 5 Médias (diárias e mensais) de quilometragem rodada, consumo de óleo diesel e emissões de CO₂ da frota de ônibus urbanos de Cuiabá/MT.

Frota de Ônibus* Urbanos em Cuiabá (Operante)		Km/ dia*	Consumo diesel l/dia	t/CO ₂ dia	Km/ mês*	Consumo diesel l/mês	t/CO ₂ mês
	Frota						
Emissões individuais	1	221	104	0,278	6.634	3.118	8,3
Emissões conjuntas	363	80.303	37.742	100,8	2.408.000	1.131.760	3.023

Elaborada pelos autores. *Portal da SMTU.

Confrontando as remoções com as emissões de CO₂, observa-se que as remoções de apenas 100m² de área de APP do clube (2,71t de CO₂) compensam as emissões de 9 (nove) ônibus trabalhando um dia na capital cuiabana. Por outro lado, o sequestro promovido pelas espécies exóticas cultivadas no clube (13,37t/CO₂) compensa as emissões de um carro da frota trabalhando durante 48 (quarenta e oito) dias. Por oportuno, as remoções de CO₂ de um hectare (271t/CO₂), compensam as emissões de 32 (trinta e dois) ônibus trabalhando durante um mês na capital cuiabana. Por fim, quando se estende as estimativas de remoções de CO₂ para uma área de 12 ha obtém-se um total de 3.252t, número que compensa as emissões de toda a frota por um período de um mês.

Vale ressaltar que os resultados deste trabalho são conservadores, tendo em vista não ter elaborado a estimativa dos demais depósitos de carbono das espécies arbóreas da AFFEMAT, como a biomassa abaixo do solo, madeira

morta, serapilheira e carbono orgânico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A AFFEMAT é apenas um dos clubes campestres do município de Cuiabá – MT, que conta com área de preservação permanente e espécies exóticas. Observou-se inicialmente que o Estado de Mato Grosso tem mais de 60% de suas áreas preservadas.

Neste sentido, buscou-se nesta pesquisa estimar o sequestro de CO₂ por uma dessas áreas, como é o caso do clube campestre da AFFEMAT. Dentre as diversas metodologias para se fazer estimativas de sequestro de carbono, optou-se pelo método não destrutivo indireto através das equações alométricas, também utilizadas por Velasco e Higuchi, (2009). Trabalhando com uma área de amostragem de 100m² para as espécies nativas e contabilizando todas as espécies exóticas da área de instalações do clube, chegou-se a 2,71t de CO₂ sequestradas pelas espécies nativas e 13,37t/CO₂ pelas espécies exóticas, totalizando 16,08t/CO₂. Quando se estende a área de APP para 1ha e 12ha, as estimativas de sequestro de CO₂ se expandem para 271t/ha e 3.252t, respectivamente. No confronto com as emissões de CO₂ pela frota de ônibus urbanos de Cuiabá, conclui-se que:

100m² da área de APP (2,71t/CO₂) do clube compensam as emissões de 9 (nove) ônibus trabalhando um dia na capital cuiabana; o sequestro promovido pelas espécies exóticas cultivadas no clube (13,37t/CO₂) compensa as emissões de um carro da frota trabalhando durante 48 (quarenta e oito) dias; a remoção de um 1(um) ha (10.000m²) de floresta nativa compensa as emissões de 32 (trinta e dois) ônibus trabalhando durante um mês na capital cuiabana e a remoção de 12 ha (3.252t/CO₂) compensa as emissões mensais de CO₂ de um mês de toda a frota.

Por fim, tendo em vista a importância das pequenas florestas nativas e exóticas junto ao meio ambiente, não só na promoção de lazer, mas na compensação das emissões de CO₂, sugere-se aos representantes governamentais

e gestores públicos que promovam maiores investimentos em áreas verdes urbanas, como parques, praças e alamedas, considerando seu importante papel para a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AMBROSI, Philippe; KOSSOY, Alexandre. **State and Trends of the Carbon Market**, 2010. Washinton, DC: Carbon Finance at the World Bank, may 2010. CD-ROM.

AVERALO, L.A. ALEGRE, J.C.; VILCAHAUMAN, L.J.M.; **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2002. 41 p. (Documentos, 73)

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: Relatório de Referência: Emissões e Remoções de Dióxido de Carbono por Conversão de Floresta e Abandono de Terras Cultivadas**, 2004, p.23. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0024/24593.pdf>, acesso em: 15 out. 2011.

_____. **Segundo Inventário de Emissões Antrópicas por Fonte e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal – Parte II**, , 2010, p.234. Disponível em <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0214/214061.pdf>, acesso em 15 out. 2011.

_____. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Guia de Orientação** - 2009. Rio de Janeiro, RJ: Imperial Novo Milênio, 2009. 136 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. Relatório Final. Janeiro, 2011, p.66. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf>, acesso em: 06 ago. 2011.

CUIABÁ (Cidade). Secretaria Municipal de Trânsito e Transporte - SMTU. **Tabela de Cálculo Tarifário, Ônibus, Tarifa 2010**. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Tarifa_Onibus_2010.pdf>, acesso em: 12 jun.

2011.

IGUCHI, N. et al. 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.

INTERGOVERNMENTAL Panel on Climate Change - IPCC/ONU. **Relatório Novos Cenários Climáticos**. Divulgado em Paris em 02.2.2007. Versão em português, iniciativa Ecolatina. Disponível em: <<http://www.ecolatina.com.br/pdf/IPCC-COMPLETO.pdf>>, acesso em: 10 jun. 2011.

LACASTA, Nuno S; BARATA, Pedro Martins. O Protocolo de Quioto Sobre Alterações Climáticas: Análise e Perspectivas. **Working Paper**, Portugal, v.1, n. 98, jul. 1999. Disponível em: <<http://w3.ualg.pt/~jmartins/i005607.pdf>>. acesso em 09 mai. 2011.

LIMA, A. J. N. et al. **Inventário Florestal Contínuo em Áreas Manejadas e Não Manejadas do Estado do Amazonas**. 2005. Disponível em <<http://www.esac.pt/cernas/cfn5/docs/T2-43.pdf>>, acesso em 27 out. 2011.

MAESTRI R. et al. Viabilidade de um Projeto Florestal de Eucalyptus grandis considerando o Sequestro de Carbono. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 1-14, Set./Dez.. 2004.

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente - SEMA/MT. **Desmates por Municípios**, 2007. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/images/stories/templates/Desmate_por_Munic_ate_2007.jpg>, acesso em: 25 jun. 2011.

PESSOA, Sirlene Gomes. **Reflorestamento e Sequestro de Carbono em Áreas do Cerrado Matogrossense: Análise de Viabilidade Econômica**. 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios e Desenvolvimento Regional) - Faculdade de Economia da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

ROMA, Keity. **Projeto Copa Verde já plantou 50 mil novas árvores em áreas ribeirinhas**. Disponível em: <<http://www.secom.mt.gov.br/ng2/conteudo.php?sid=63&cid=71768&parent=0>>, acesso em: 14 jul. 2011.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Mercado de Carbono e Protocolo de**

Quioto: Oportunidades de Negócios na busca da Sustentabilidade. São Paulo, SP: Atlas, 2009. 205p.

TITO, M. R. et al.: **Guia para Determinação de Carbono em Pequenas Propriedades Rurais**. Belém, PA: Centro Mundial de Agroflorestas ICRAF, 2009. 81 p. ISBN: 978-92-9059-248-8. (Manual Técnico 11)

TSUKAMOTO FILHO A A. **Fixação de Carbono em um Sistema Agroflorestal com Eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais**. 2003. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

VELASCO, Giuliana Del Nero; HIGUCHI, Niro. Estimativa de Sequestro de Carbono em mata ciliar: Projeto POMAR, São Paulo, Revista **Ambiência**, v. 5, n. 1, p.135-141, jan. 2009.

VIEIRA, S.A. et al. **Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest**. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 21-29, 2008.

Recebido em: 09 Setembro 2011

Aceito em: 07 Novembro 2011