UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

RAFAEL ZAMPAR

Contribuição da criação de uma unidade de conservação no sequestro de carbono atmosférico

Maringá
2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

RAFAEL ZAMPAR

Contribuição da criação de uma unidade de conservação no sequestro de carbono atmosférico

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.
Área de concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Campos

Maringá
2009

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

Z26c

Zampar, Rafael, 1984-
Contribuição da criação de uma unidade de conservação no sequestro de carbono atmosférico / Rafael Zampar. -- Maringá, 2009.
29 f. : il. (algumas color.).

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)-- Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2009.
Orientador: Prof. Dr. João Batista Campos.

1. Floresta ripária - Estoques de carbono - Monitoramento - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 2. Floresta estacional semidecidual. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em "Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais".

CDD 22. ed. -577.68314409816
NBR/CIP - 12899 AACR/2

Maria Salete Ribelatto Arita CRB 9/858
João Fábio Hildebrandt CRB 9/1140

FOLHA DE APROVAÇÃO

RAFAEL ZAMPAR

Contribuição da criação de uma unidade de conservação no sequestro de carbono atmosférico

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. João Batista Campos

Instituto Ambiental do Paraná/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof.ª Dr.ª Claudia Cristina Leite Fiori Suzuki

Faculdade Integrado de Campo Mourão

Prof.ª Dr.ª Ana Tiyomi Obara

Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 28 de agosto de 2009.
Local de defesa: Anfiteatro Prof. Keshiyu Nakatani, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

Dedico este trabalho a todas as crianças que, assim como minha filha, necessitam de um planeta com menos gás carbônico na atmosfera.

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas, pelos mais diversos motivos, são importantes na nossa vida. Em um trabalho como este, em que investimos uma grande parte da nossa vida, algumas pessoas que nem conhecemos se tornam também importantes, e sem elas o nosso trabalho se torna impossível. É nessas horas que reconhecemos que não somos nada sozinhos. Por isso agradeço:

O amor, a compreensão, o apoio e o incentivo dos meus queridos familiares, que mesmo de longe foram a razão deste trabalho: minha esposa Franciele, minha filha Cecília, meus pais Antonio e Maria Christina, meu irmão Douglas, meus sogros Yuji e Maria Aparecida e meus cunhados Gerson e Kelly.

O carinho e a dedicação de meu orientador, João Batista Campos, que nunca mediu esforços para a conclusão deste trabalho. Obrigado, João, pela orientação e, sobretudo, pela amizade. E vamos em frente!

Àqueles que estiveram trabalhando comigo em campo ou laboratório, que me ajudaram a medir, coletar, secar e identificar: à Tatiani Elisa Chapla, Alan Charles Fontana, Cristina Moreira Pisicchio, Iuli Pessanha Zviejkovski, José Candido, Julia Coda, Aline Mayumi Rodolfo, Simone Rodrigues Slusarski, Sebastião Rodrigues e Alfredo Soares da Silva.

Ao Ayrton Machado da TNC (The Nature Conservancy) que incansavelmente trabalhou nos mapas da vegetação e sem o qual este trabalho não teria sido concluído.

Ao Douglas Zampar pela revisão de língua portuguesa.

Ao Valdir Lourenço Junior pelo grande favor de traduzir o resumo em tempo recorde e com perfeição.

À Tatiani Elisa Chapla pelas valiosas sugestões.

Ao Lysias Vellozo da Costa Filho que desde o início da construção deste trabalho participou ativamente das decisões e teve papel determinante no encaminhamento.

Ao Roger Paulo Mormul pela sincera amizade e pela sempre disposição em ajudar na estatística e nas discussões.

Ao Sidinei Magela Thomaz pelo incentivo.

Às professoras Ana Tiyomi Obara e Claudia Cristina Leite Fiori Suzuki membros da banca examinadora pelas sugestões.

A Aldenir Cruz Oliveira, Jocemara Celestino dos Santos, Maria Salete Ribelatto Arita e João Fábio Hildebrandt pela amizade e carinho que tem com todos os alunos do PEA e pela especial atenção que dão a minha filha.

À turma do mestrado pela amizade em todos os momentos.

Aos meus queridos alunos e estagiários do Herbário Integrado: Géssica de Sousa, Paulo de Tarso Sambugaro Santos, Alessandro Candido e João Paulo da Silva, que muitas vezes assumiram suas funções com tanta responsabilidade que me permitiram confiar o laboratório a eles.

Aos professores do Integrado: Orlando Rogério Campanini, João Paulo Alves Pagotto, Sandra Andréa Pierini, Francielle Baptista e Claudia Cristina Leite Fiori Suzuki, pelas sugestões, apoio e incentivo.

A Universidade Estadual de Maringá (UEM), Programa de Pós Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA) e Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (Peld) pela possibilidade de desenvolvimento do mestrado.

Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), Programa Paraná Biodiversidade, Banco Mundial e Global Environment Facility (GEF) pelo financiamento da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida no primeiro ano de curso.

À Faculdade Integrado de Campo Mourão e à Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior Particular (FUNADESP) pela bolsa de auxílio desde o momento da minha contratação pela instituição.

A Deus pela vida.

Contribuição da criação de uma unidade de conservação no sequestro de carbono atmosférico

RESUMO

A concentração atual de CO_2 na atmosfera é a maior desde que o homem está sobre a Terra, sendo esta uma das principais causas do aquecimento global. Este estudo avaliou a contribuição da criação da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná (APA-IVRP) na fixação de gás carbônico atmosférico. Para isso, as florestas secundárias que se desenvolveram nos últimos 10 anos em cinco ilhas da região da planície de inundação do alto rio Paraná foram mapeadas, o carbono presente na biomassa vegetal acima e abaixo do solo foi quantificado com a utilização de equações alométricas, e o potencial de geração de reduções certificadas de emissões (RCEs) foi calculado. A área das ilhas coberta por vegetação dobrou em 10 anos da existência da APA-IVRP, resultando na fixação de 60,1 Mg C ha^{-1}, a uma taxa de 6,01 Mg C ha^{-1} ano^{-1}. Poderiam ter sido geradas cerca de 110.000 RCEs caso houvesse um projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo implantado na área. Isso mostra que a criação da APA-IVRP contribuiu decisivamente para a recuperação da vegetação e para o sequestro de carbono atmosférico. A metodologia aqui proposta pode ser adotada em estudos que busquem o monitoramento nos estoques de carbono da região fito-ecológica da Floresta Estacional Semidecidual, na mesma zona climática. Sugere-se que seja feito o monitoramento periódico dos estoques de carbono em unidades de conservação, visto que essa é uma atividade que pode mostrar ainda mais a efetividade das mesmas.

Palavras-chave: APA das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná. Aquecimento global. Estimativas de biomassa. Reduções certificadas de emissão.

Contribution to the creation of a conservation unit in the atmospheric carbon sequestration

ABSTRACT

The atmospheric concentration of CO_2, the main cause of global warming, has been the highest since the human species origin. Thus, this study was conducted to evaluate the contribution of the creation of the Environmental Protection Area of "Ilhas e Várzeas do Rio Paraná" (EPA-IVRP) to the atmospheric carbon fixation. The secondary forests developed in the last 10 years in five islands from the region of upper Paraná River floodplain were mapped; the carbon from above and belowground plant biomass was quantified using allometric equations; and the potential generation of certified emission reductions (CERs) was calculated. The area of islands covered with forests has doubled in 10 years of the creation of the EPA-IVRP, resulting in the fixation of 60,1 Mg C ha^{-1}, at the rate of 6,01 Mg C $ha^{-1}year^{-1}$. If there was a project of clean development mechanism established in the area, it could have been generated around 110.000 CERs. This study showed that the creation of the EPA-IVRP contributed to the forest recovering and the atmospheric carbon sequestration. The methodology proposed in this work can be adopted in posterior studies to monitor the carbon stocks in the phytoecological regions of the Semi-Deciduous Seasonal Forest, in the same climatic zone. Therefore, it is important to monitor periodically the carbon stocks in the conservation units.

***Keywords*:** EPA of Ilhas e Várzeas do Rio Paraná. Global warming. Biomass estimation. Certified emission reduction.

Artigo elaborado e formatado conforme as normas da publicação científica *Revista Árvore.* Disponível em: <http://www.revistaarvore.ufv.br/arvoreweb/interna.php?p=normas>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11

2. MATERIAL E MÉTODOS 12

2.1. Área de estudo 12

2.2. Mapeamento da vegetação 13

2.3. Coleta de dados para estimativas de biomassa e de sequestro de carbono 14

2.4. Estimativas de biomassa e de sequestro de carbono 15

3. RESULTADOS 17

3.1. Mapeamento da vegetação 17

3.2. Estimativas de biomassa e de sequestro de carbono 21

4. DISCUSSÃO 22

4.1. Mapeamento da vegetação 22

4.2. Estimativas de biomassa e de sequestro de carbono 23

5. CONCLUSÕES 25

6. REFERÊNCIAS 26

1. INTRODUÇÃO

No final do século passado, a concentração atmosférica de gás carbônico (CO_2) era cerca de 100 partes por milhão superior ao maior volume estimado deste gás nos últimos 420 mil anos, ou seja, é a maior concentração desde que o homem está sobre a Terra (FALKOWSKI et al., 2000). O CO_2 é um dos gases responsáveis pelo efeito estufa e o aumento na concentração deste gás é uma das principais causas do fenômeno conhecido como aquecimento global.

O Protocolo de Quioto propõe diversas atividades para a redução dos gases estufa como, por exemplo, os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), segundo os quais, países desenvolvidos podem compensar suas emissões financiando projetos em países em desenvolvimento que não possuem metas de redução de emissões (UNITED NATIONS, 1998). Dentre os projetos que podem ser incluídos nos MDL estão as atividades de florestamento e reflorestamento que retiram o CO_2 da atmosfera no processo conhecido como sequestro de carbono.

Uma forma de medir o sequestro de carbono é estimar a sua quantidade na biomassa vegetal de uma determinada área para que se contabilizem as reduções certificadas de emissões (RCEs), equivalentes à quantidade de CO_2 retirado da atmosfera e que podem ser comercializadas no mercado internacional de RCEs ou créditos de carbono.

Para estimar as taxas de sequestro de carbono por uma floresta, é necessário primeiramente conhecer o histórico de ocupação da área e definir se é uma floresta primária ou secundária, visto que a fixação de carbono é maior em florestas secundárias (ALVES et al., 1997; CAREY et al., 2001; PHILLIPS et al., 1998) e são estas as florestas onde podem ser desenvolvidos projetos de MDL.

No caso das florestas secundárias, é importante conhecer a idade de regeneração para que se possam fazer estimativas das taxas anuais de fixação de carbono. Neste caso, estudos com sistemas de informação geográfica que trabalham com fotografias aéreas e imagens de satélite podem ser utilizados como ferramentas úteis ao trabalho.

De posse destas informações, o último passo é a estimativa da biomassa vegetal seca, já que 50% da mesma é composta de carbono. Tal estimativa pode ser realizada por meio de dois métodos: o método direto ou destrutivo, que é baseado no corte, secagem e pesagem das árvores (UHL et al., 1982); e o método indireto, que é baseado em equações de regressão produzidas nos estudos destrutivos que estimam a biomassa a partir de dados das árvores como diâmetro a altura do peito, altura e densidade da madeira (BROWN et al., 1989; CAIRNS et al., 1997; CHAVE et al., 2005; UHL et al., 1988).

Estudos com estimativas de biomassa e sequestro de carbono têm sido realizados em florestas tropicais de todo mundo (CAIRNS et al., 1997; CHAVE et al., 2005; LEWIS et al., 2009; PALM et al., 2009 por exemplo). No Brasil a maioria dos estudos concentram-se na região da Amazônia (NOGUEIRA et al., 2008; VARGAS et al., 2008 dentre os mais recentes), sendo que para as regiões sul e sudeste do Brasil são ainda escassos podendo-se citar Tiepolo et al. (2002) no litoral do Paraná e Moreira-Burguer e Delitti (1999) e Melo e Duringan (2006) no estado de São Paulo.

Neste sentido, o presente estudo foi desenvolvido buscando avaliar a contribuição da criação da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, uma unidade de conservação de uso sustentável de uma área de planície de inundação, na fixação de gás carbônico atmosférico ao longo de 10 anos. Mais especificamente, os objetivos do presente estudo foram mensurar o desenvolvimento de florestas secundárias em um trecho da unidade de conservação, quantificar o carbono presente na biomassa vegetal e avaliar o potencial de geração de RCEs.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em cinco ilhas inseridas na Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná (APA-IVRP), uma unidade de conservação federal de uso sustentável que possui área aproximada de 1.003.059 ha (BRASIL, 1997). As ilhas estudadas em ordem decrescente de tamanho foram Mutum, Porto Rico, Santa Rosa, Melosa e Pithi, localizadas na divisa dos municípios de Porto Rico, no estado do Paraná, e Taquaruçu, no Mato Grosso do Sul, tendo como ponto de referência as coordenadas 22º45`S e 53º15'W. Neste estudo o conjunto das cinco ilhas foi chamado de "ilhas da região de Porto Rico" (Figura 1).

Estas ilhas possuem um histórico de ocupação que teve início na década de 1950, quando a vegetação nativa foi praticamente extinta, dando lugar à agricultura e pecuária, sendo que em 1997, quando foi criada a unidade de conservação, a atividade dominante nas ilhas era a criação de gado (CAMPOS, 1999; CORREIA e SOUZA-FILHO, 1999). Nesta época um conjunto de ações foi promovido pelo ministério público e pelos órgãos ambientais buscando o fim da utilização do solo das ilhas pela agropecuária.

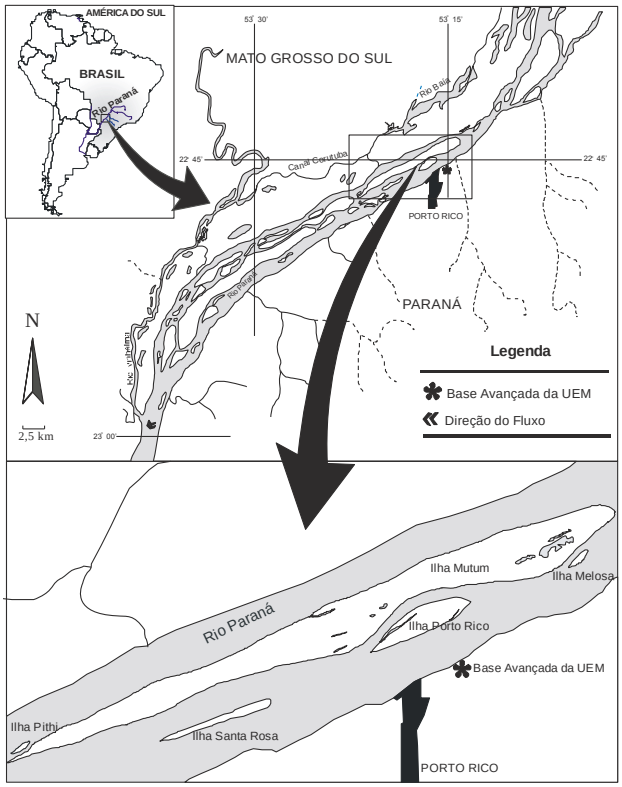

Figura 1. Mapa da área de estudo, trecho da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná com detalhe das ilhas da Região de Porto Rico, PR, Brasil.

A área está inserida na região fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual, sendo a vegetação local classificada como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (CAMPOS, 2004; IBGE, 1992). O clima da região é do tipo Cfa (sem estação seca definida), de acordo com a classificação de Köppen, mas que sofre influência do clima da região oeste do estado de São Paulo, podendo em alguns anos apresentar um clima do tipo Cwa (seco no inverno) (MAACK, 2002). A precipitação média anual é de 1500 mm e a temperatura de 23ºC (CAVIGLIONE et al., 2000).

2.2. Mapeamento da vegetação

Foi elaborado um mapa com a paisagem das ilhas antes da criação da unidade de conservação, e para isto foram utilizadas fotografias aéreas pancromáticas verticais métricas provenientes do levantamento aerofotogramétrico realizado pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL), em setembro de 1996, na escala 1:50.000. O material fotográfico foi obtido no Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

As fotografias aéreas foram analisadas e interpretadas visualmente com estereoscópio de espelho e posteriormente digitalizadas e inseridas no programa Corel Draw X3®, onde foi elaborado o mapa contendo os remanescentes florestais (florestas primárias), as lagoas e os ressacos que permaneciam nas ilhas naquele momento.

Os mapas foram exportados em formato DXF para o programa AutoCAD® 2006 no qual os polígonos foram editados e posteriormente os arquivos foram transferidos para *shape* compatível com o software ArcGIS 9.3 da ESRI, no qual foram georreferenciados com uso de coordenadas coletadas na área de estudo e também calculadas as áreas totais das ilhas e áreas com florestas remanescentes, ressacos e lagoas.

A avaliação da vegetação das ilhas após a criação da unidade de conservação foi realizada pela análise de imagens de satélite obtidas do software público Google Earth®. As imagens datam de 15 de Dezembro de 2005, oito anos após a criação da unidade de conservação. No programa Corel Draw foi confeccionado um mapa preliminar de uso do solo indicando os remanescentes que já haviam sido delimitados na fotografia de 1996 e também as florestas secundárias em regeneração, áreas desflorestadas, ressacos e lagoas.

Com o mapa preliminar em mãos, foram realizadas seis visitas à área de estudo entre 2007 e 2008, com a finalidade de delimitar as áreas das cinco associações de vegetação que ocorreram nas florestas secundárias (ZAMPAR, 2009) e encontrar as incorreções geradas no tratamento das imagens de satélite. Nesta fase do trabalho foi utilizado um Sistema de Posicionamento Global (GPS) com o qual foram coletadas as coordenadas UTM da área em estudo. Depois das visitas, os mapas com o uso do solo das ilhas em 2008 e com as associações de vegetação foram concluídos com o mesmo procedimento explicado anteriormente para o mapa de 1996.

2.3. Coleta de dados para estimativas de biomassa e de sequestro de carbono

Considerando que o estudo desenvolvido por Zampar (2009) apontou heterogeneidade no processo sucessional da área de estudo com cinco diferentes associações (tipos) de vegetação ocorrendo nas ilhas da região de Porto Rico, buscou-se verificar se o sequestro de carbono também ocorreu de forma heterogênea. Para isso, foram escolhidos 30 pontos em diferentes locais das ilhas onde foram delineadas parcelas descontínuas de 100 m^2 cada (10x10 m) totalizando uma área amostral de 600 m^2 para cada associação de vegetação. Cada parcela foi utilizada como unidade amostral nas análises posteriores, totalizando seis repetições para cada associação.

As associações (tipos) de vegetação avaliadas foram Tipo *Cecropia pachystachya*, Tipo *Croton urucurana*, Tipo *Machaonia brasiliensis*, Tipo *Psidium guajava* e Tipo Misto, sendo que os primeiros tipos possuem dominância fitofisionômica das espécies que lhes dão nome e o último tipo não possui nenhuma espécie dominante (ZAMPAR, 2009).

No levantamento, realizado em dezembro de 2007 (10 anos após a criação da unidade de conservação), foram amostrados os indivíduos cujo PAP (perímetro do tronco a altura do

peito – 1,3 m) fosse igual ou superior a 15 cm. Foram anotados em ficha de campo o nome da espécie ou um número, para aquelas indeterminadas, a altura e o PAP. Os dados de perímetro anotados em campo foram convertidos em diâmetro a altura do peito (DAP) para que pudessem ser utilizados nos cálculos de biomassa.

As espécies que não puderam ser determinadas em campo foram coletadas e herborizadas para que fossem identificadas com auxílio de chaves de identificação e por comparação ao acervo do herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM) e da Faculdade Integrado de Campo Mourão (HI) onde as exsicatas encontram-se depositadas.

Para estabelecer critérios de comparação na fixação de carbono, foram utilizados dados coletados em uma floresta primária da ilha Porto Rico por Zviejkovski (2008), que utilizou a mesma metodologia de coleta acima descrita.

2.4. Estimativas de biomassa e de sequestro de carbono

A estimativa da biomassa vegetal acima do solo (BVA) foi obtida pela utilização de equações alométricas desenvolvidas a partir de estudos de biomassa realizados por métodos destrutivos, em florestas tropicais do Brasil e do mundo (CHAVE et al., 2005; BROWN, 1997; UHL et al., 1988) (Tabela 1).

Tabela 1. Equações alométricas e respectivos r^2 ajustados (quando informados) utilizadas nos cálculos de biomassa vegetal acima do solo (BVA) e biomassa vegetal das raízes (BVR) no levantamento realizado nas ilhas da região de Porto Rico, PR, Brasil. ρ=densidade da madeira; DAP= diâmetro a altura do peito; H=altura.

Espécies	**Equação alométrica**	**r^2**	**Ref***
Com densidade conhecida	$BVA = \exp\{ -2{,}187 + 0{,}916 \ln [\rho(DAP^2)H]\}$	–	[1]
Sem densidade conhecida	$BVA = \exp\{ -1{,}996 + 2{,}320 \ln (DAP)\}$	0,89	[2]
Cecropia pachystachya	$BVA = \exp\{ -3{,}780 + 0{,}950 \ln (DAP) + \ln (H)\}$	0,98	[3]
Todas	$BVR = \exp\{ -1{,}085 + 0{,}925 \ln (BVA)\}$	0,83	[4]

*Referencias: [1]Chave et al. (2005); [2]Brown (1997); [3]Uhl et al. (1988); [4]Cairns et al. (1997)

Para as espécies cuja densidade da madeira foi encontrada na literatura (LORENZI, 2002a,b), optou-se pela utilização da equação proposta por Chave et al. (2005), que foi desenvolvida a partir de uma compilação de 27 estudos desenvolvidos em florestas tropicais dos continentes Americano, Asiático e Oceania, resultando em dados de um total de 2.410 árvores utilizadas pelos autores para propor modelos que pudessem ser utilizados em florestas tropicais do mundo todo. Estes modelos têm um bom nível de precisão por considerar uma variável que é típica de cada espécie, a densidade da madeira, e também por considerar as condições climáticas da região.

Quando a densidade não foi encontrada, utilizou-se a equação proposta por Brown (1997) modificada a partir do trabalho pioneiro de Brown et al. (1989) cujo objetivo foi elaborar equações para estimar a biomassa de várias florestas tropicais, em três zonas climáticas diferentes (seca, úmida e muito úmida).

Essas duas equações são indicadas para florestas tropicais de zonas climáticas secas (*dry climatic zones*) que compreendem regiões onde a precipitação média anual não ultrapassa 1500 mm, como é o caso da área de estudo.

Para estimar a biomassa de *Cecropia pachystachya* Tréc. optou-se pela equação proposta por Uhl et al. (1988) específica para o gênero *Cecropia*. Esta equação foi utilizada porque em espécies com formas corporais não usuais (como *C. pachystachya* que investe mais em altura do que em diâmetro no seu crescimento e possui pouca ramificação) é imprescindível a utilização de equações específicas (NELSON et al., 1999).

A estimativa da biomassa vegetal abaixo do solo, ou biomassa das raízes (BVR), foi obtida pela utilização da equação proposta por Cairns et al. (1997) que fizeram uma revisão em 165 trabalhos realizados no mundo e desenvolveram uma equação para estimar a biomassa das raízes a partir da biomassa da parte aérea. Os autores encontraram uma razão entre a parte aérea e as raízes de 0,26, ou seja, em média a biomassa da raiz corresponde a 26% da biomassa aérea (Tabela 1).

A biomassa vegetal total estimada (BVT) correspondeu à soma da biomassa vegetal da parte aérea (BVA) e da biomassa das raízes (BVR). Neste estudo não foram contabilizadas a necromassa (composta pelas árvores mortas e pela serrapilheira) e nem a biomassa do solo.

Para determinar a quantidade de carbono presente na biomassa calculada, foi utilizada constante 0,5 que considera uma média de 50% da biomassa vegetal seca composta por carbono (MACDICKEN, 1997). Diversos estudos utilizaram a mesma constante: Brown et al. (2000) , Melo e Durigan (2006), Soares e Oliveira (2002), Tiepolo et al. (2002) e Vargas et al. (2008).

Os dados de carbono obtidos em cada parcela foram submetidos a uma análise de variância unifatorial (ANOVA), buscando verificar se houve diferença significativa no carbono fixado em cada tipo de vegetação e a um teste t para amostras independentes, verificando se houve diferença significativa no carbono fixado entre as florestas secundárias e a floresta primária. Os cálculos estatísticos foram processados no programa Statistica® 7.1.

O potencial da área na geração de reduções certificadas de emissões (RCEs) que poderiam ser comercializadas no mercado internacional de créditos de carbono foi avaliado segundo a metodologia adotada por Cotta et al. (2008) com a conversão do carbono pelo CO_2

equivalente (CO_{2eq}), multiplicando o carbono estimado pela razão 44/12 (razão do peso molecular do CO_2 e do carbono). Com isso foi calculada a quantidade de CO_2 que foi retirada da atmosfera ao longo dos 10 anos da criação da UC, sendo que uma tonelada de CO_2 equivale a uma RCE ou a um crédito de carbono no mercado internacional.

3. RESULTADOS

3.1. Mapeamento da vegetação

A análise da vegetação antes e depois da criação da APA-IVRP permitiu verificar e mensurar a área de recuperação da vegetação nas ilhas da região de Porto Rico (Tabela 2). Em 1996 a área coberta por florestas nas cinco ilhas em estudo era de 42,36% do total (Figura 2) aumentando para 84,04% em 2008 (Figura 3). As áreas com ressacos e lagoas também aumentaram entre os anos e a área total das ilhas teve uma redução de pouco mais de 1% (13,46 ha).

Tabela 2. Uso do solo nas Ilhas da região de Porto Rico, PR, nos anos de 1996 e 2008.

Uso do Solo	**1996**		**2008**	
	Área (ha)	**%**	**Área (ha)**	**%**
Área Desflorestada	667,57	55,28	127,67	10,69
Florestas Remanescentes	511,58	42,36	503,67	42,18
Florestas Secundárias	0,00	0,00	499,95	41,86
Lagoas e Ressacos	28,50	2,36	62,90	5,27
Total	1207,64	100,00	1194,18	100,00

Com relação aos tipos de vegetação estudados o tipo misto, que é aquele cuja vegetação não apresenta dominância de nenhuma espécie, foi o tipo de vegetação predominante nas ilhas (48,6% das florestas secundárias). O segundo tipo de vegetação que mais ocorreu foi o tipo *Psidium guajava* (40%). Os outros três tipos de vegetação ocorreram em áreas menores (Tabela 3, Figura 4).

Tabela 3. Quantificação das áreas de cada tipo de vegetação nas florestas secundárias das ilhas de região de Porto Rico em 2008.

Tipo de vegetação	**Área (ha)**	**%**
Tipo *Cecropia pachystachya*	40,06	8,0
Tipo *Croton urucurana*	15,05	3,0
Tipo *Machaonia brasiliensis*	2,03	0,4
Tipo *Psidium guajava*	199,74	40,0
Tipo Misto	243,06	48,6
Total	499,95	100,0

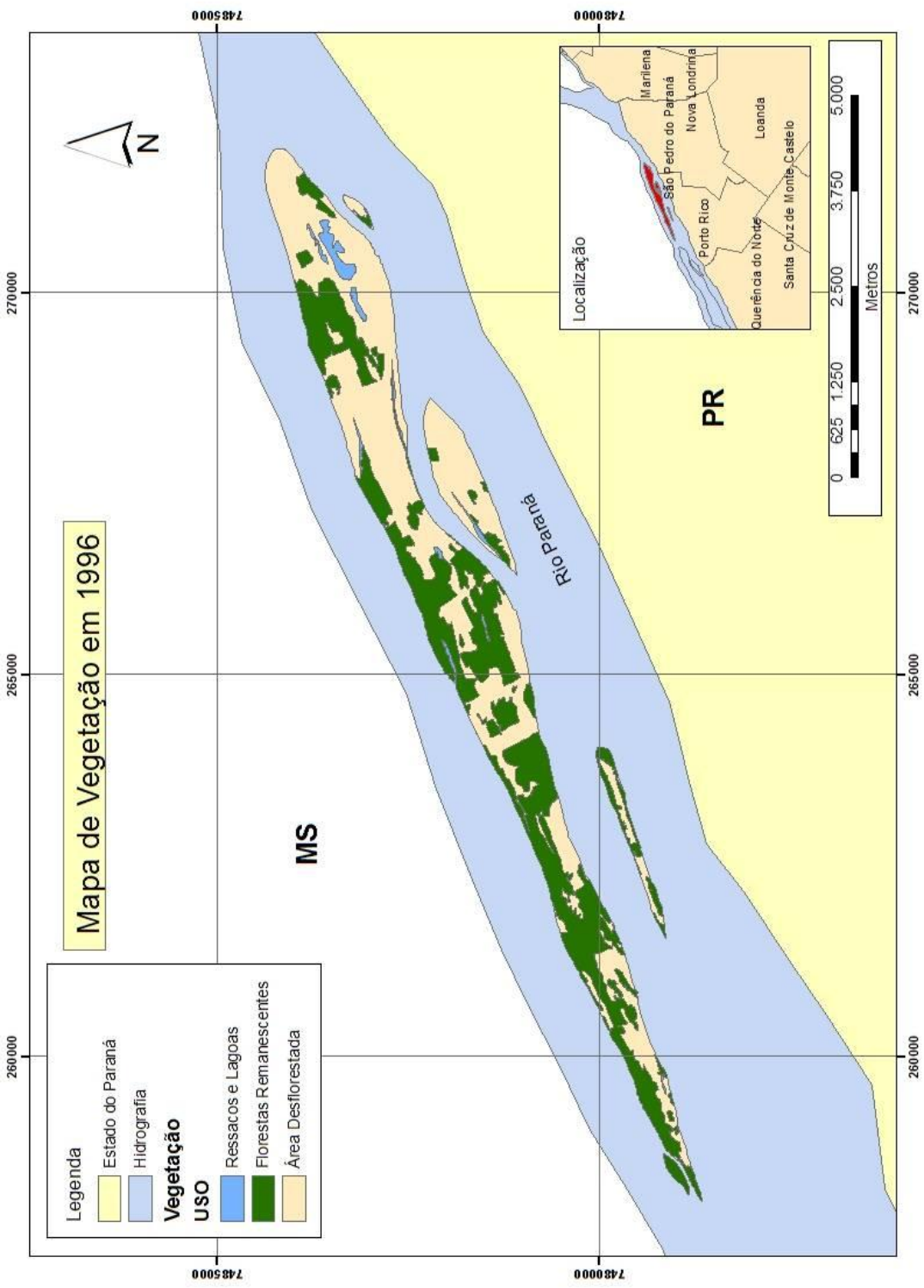

Figura 2. Mapa da vegetação das ilhas da região de Porto Rico, PR, no ano de 1996 (antes da criação da APA das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná).

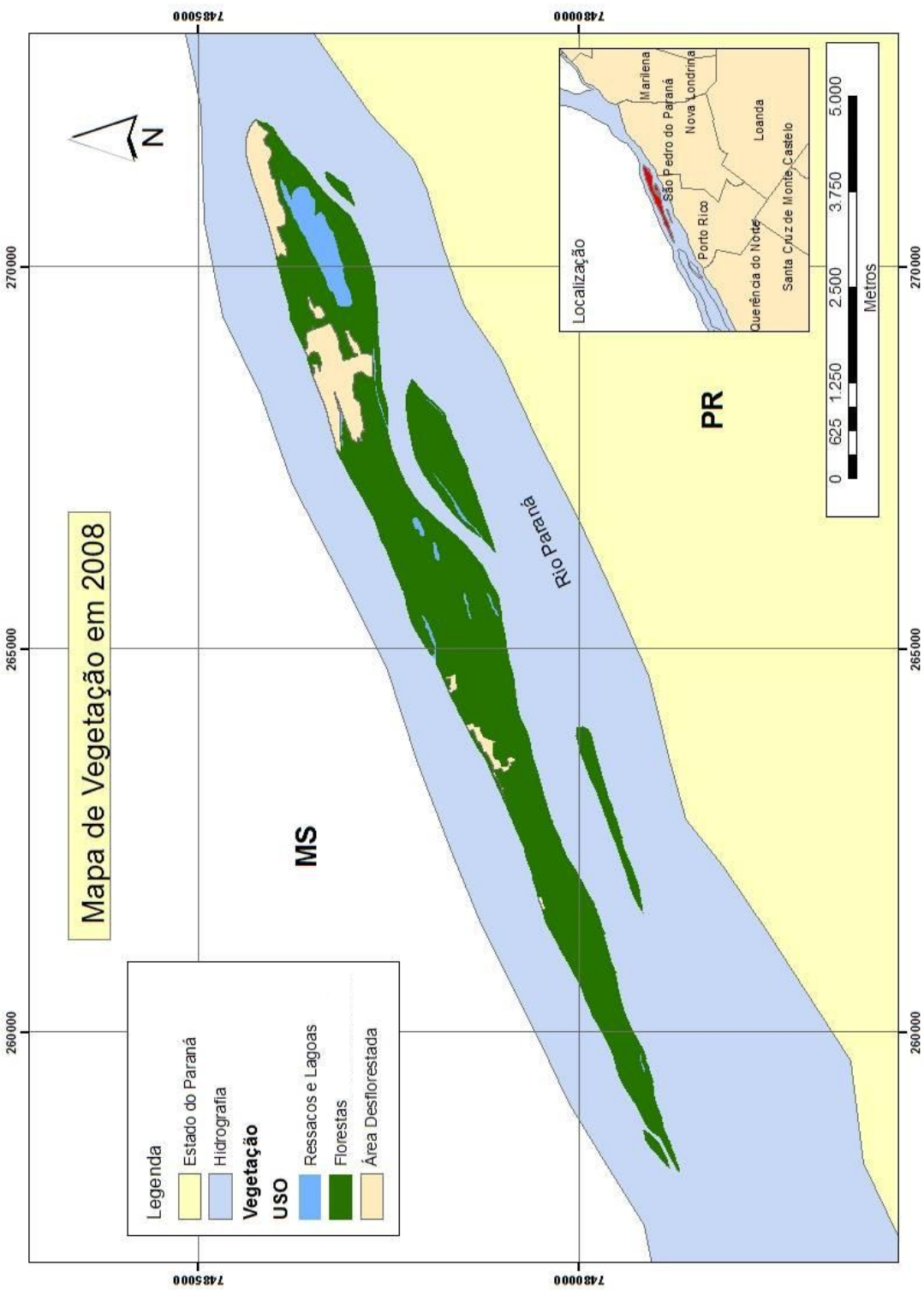

Figura 3. Mapa da vegetação das ilhas da região de Porto Rico, PR, no ano de 2008 (11 anos após a criação da APA das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná).

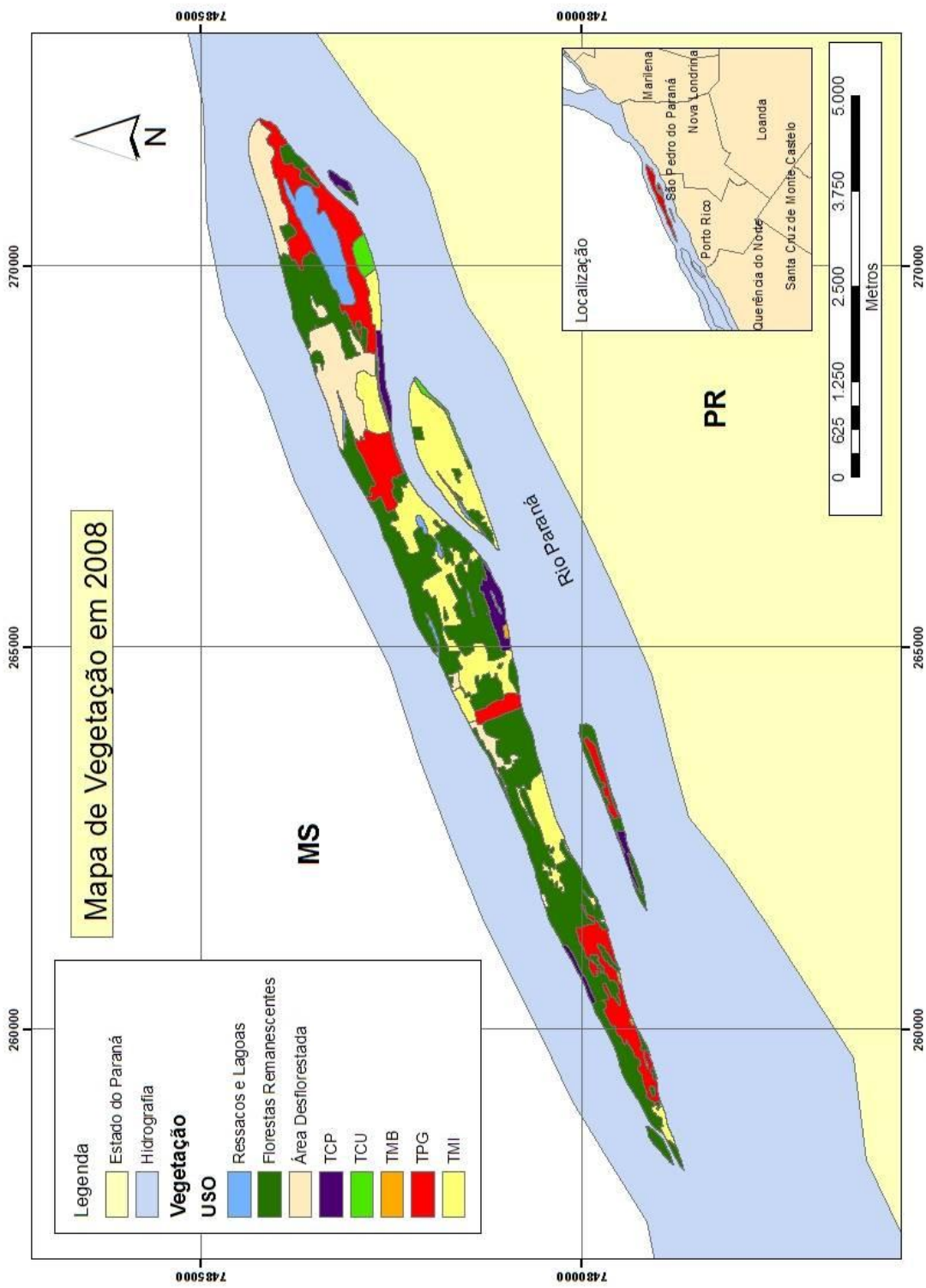

Figura 4. Mapa da vegetação das ilhas da região de Porto Rico, PR, no ano de 2008, mostrando as diferentes associações de vegetação que ocorreram nas florestas secundárias. TCP: Tipo *Cecropia pachystachya*; TCU: Tipo *Croton urucurana*; TMB: Tipo *Machaonia brasiliensis*; TPG: Tipo *Psidium guajava*; TMI: Tipo Misto.

3.2. Estimativas de biomassa e de sequestro de carbono

O inventário realizado nas florestas secundárias registrou 525 indivíduos (densidade de 1750 ind ha^{-1}), cujos diâmetros variaram de 4,8 a 49,8 cm, com média de 12 cm e as alturas variaram de 2,5 a 20 m, com média de 7,4 m. Na floresta primária a densidade foi de 1840 ind ha^{-1}, os diâmetros variaram de 4,8 a 61 cm com média de 13,6 cm, e as alturas variaram de 1,7 a 22 m com média de 8,8 m.

Os valores estimados[1] de biomassa e carbono para florestas secundárias e para uma floresta primária da área de estudo são apresentados na tabela 4. Não houve diferença significativa entre os tipos de vegetação das florestas secundárias (F=1,30, p=0,2966), mas houve diferença entre as florestas primária e secundária (t=2,26; p=0,029).

Tabela 4. Valores médios estimados (em Mg ha^{-1}) de biomassa acima do solo (BVA), biomassa das raízes (BVR), biomassa total (BVT), carbono da parte aérea (CA), carbono das raízes (CR) e carbono total (CT), para as ilhas da região de Porto Rico, PR, Brasil.

Tipo de vegetação	BVA	BVR	BVT	CA	CR	CT
Florestas secundárias						
Tipo *Cecropia pachystachya*	131,6	30,3	161,9	65,8	15,1	81,0
Tipo *Croton urucurana*	87,0	20,6	107,6	43,5	10,3	53,8
Tipo *Machaonia brasiliensis*	37,5	9,5	47,0	18,8	4,8	23,5
Tipo *Psidium guajava*	108,7	25,4	134,1	54,4	12,7	67,1
Tipo Misto	122,1	28,5	150,6	61,1	14,3	75,3
Média das florestas secundárias	97,4	22,9	120,3	48,7	11,4	60,1
Floresta primária	160,9	37,1	197,9	80,4	18,5	99,0

A taxa anual de incremento de biomassa total estimada nas florestas secundárias foi de 12,03 Mg ha^{-1} ano^{-1}, e a média anual de fixação de carbono foi de 6,01 Mg ha^{-1} ano^{-1}. As florestas secundárias retiraram da atmosfera ao longo dos 10 anos da unidade de conservação um total de 220,37 Mg de CO_2 ha^{-1}, o equivalente a 220 reduções certificadas de emissão (créditos de carbono) por hectare. Como a área de florestas secundárias nas ilhas foi de quase 500 ha, o total de créditos de carbono que poderiam ser gerados, caso houvesse um projeto de MDL implantado na área, seria de cerca de 110 mil créditos. Como a cotação da RCE em 10 de agosto de 2009 na Bolsa do Clima Européia (ECX – European Climate Exchange) era de € 14,32 (R$ 36,97) poderiam ter sido ganhos mais de quatro milhões de reais com a venda do carbono fixado pelas cinco ilhas estudadas ou R$ 800 ha^{-1} ano^{-1}.

[1] Os valores de biomassa e de carbono são trazidos de acordo com o sistema internacional de unidades (SI) em Mg = megagramas, sendo 1 megagrama = 10^6 gramas = 1 tonelada.

4. DISCUSSÃO

4.1. Mapeamento da vegetação

A área das ilhas coberta por vegetação praticamente dobrou nos 11 anos da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná (APA-IVRP). Este avanço na vegetação tem sido mostrado em trabalhos recentes desenvolvidos nas ilhas da região (CAMPOS e DICKINSON, 2005; CHAPLA, 2009; ZAMPAR, 2009; ZVIEJKOVSKI, 2008). Segundo Campos e Dickinson (2005), a regeneração natural da vegetação está ocorrendo de maneira relativamente rápida, fato este atribuído principalmente ao processo de dispersão e de chegada de sementes ao local, às características de boa fertilidade do solo e às condições climáticas favoráveis.

Ainda resta pouco mais de 10% da área das ilhas que não estão cobertos por florestas em recuperação. Esta área concentra-se ao norte da ilha Mutum (Figura 3), ainda habitada por algumas famílias que usam a terra em culturas de subsistência. Estas famílias continuam morando nas ilhas por não terem opção de emprego na cidade ou por serem empregadas nos clubes de pesca mantidos no local. Segundo o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) as ilhas se constituem áreas de preservação permanente, e por isso não poderiam abrigar moradias e ter suas terras cultivadas.

Entre os períodos avaliados observou-se um aumento das áreas cobertas por ressacos e lagoas nas ilhas, que pode ser conseqüência da época do ano em que as fotografias aéreas e as imagens de satélite foram feitas. As fotografias foram tiradas em setembro de 1996, no final do período de águas baixas, e as imagens de satélite datam de dezembro de 2005, no período de águas altas. A variação no nível das lagoas é esperada e foi verificada por Kita e Souza (2003) em estudo realizado na lagoa Figueira em uma das ilhas da região de Porto Rico (ilha Porto Rico).

A área total das ilhas sofreu redução de pouco mais de 1% (13,46 ha) entre os anos avaliados. Estudos realizados na ilha Porto Rico (CAMPOS, 1999) e nas ilhas Mutum, Porto Rico, Melosa e Pithi (CORREA e SOUZA-FILHO, 1999) mostraram que as ilhas da região de Porto Rico tiveram predomínio dos processos de deposição fluvial entre 1953 e 1970 e a partir de então os processos de erosão predominaram até 1996. Este padrão de predomínio dos processos erosivos sobre os processos de deposição continuou até o presente estudo.

Nas florestas secundárias a recuperação da vegetação seguiu padrões diferentes conforme estudo realizado por Zampar (2009), que mostrou a possibilidade da sucessão nas ilhas seguir uma linha direcional com os tipos *Cecropia pachystachya* (TCP) e *Croton urucurana* (TCU) evoluindo para um tipo misto, ou ser guiada por eventos estocásticos como

ocorre com o tipo *Machaonia brasiliensis* (TMB), ou ainda ter o domínio da espécie exótica invasora *Psidium guajava* (TPG).

Com exceção do TMB, que ocupa uma pequena área das florestas remanescentes (0,4%), os três tipos de vegetação que seguem a linha direcional ocupam quase 60% da área de florestas secundárias. Estes tipos de vegetação seguem o padrão natural de sucessão ecológica segundo o modelo de sucessão proposto por Zviejkovski (2008).

A área coberta pelo tipo *Psidium guajava* (TPG) é preocupante, pois se trata de quase 200 ha das ilhas dominados por uma espécie que interfere no processo sucessional causando perda de diversidade às comunidades vegetais locais. Segundo Zviejkovski (2008) uma intervenção se faz necessária buscando a erradicação da espécie exótica para que o processo sucessional possa continuar de forma natural, caso contrário a sucessão segue para o domínio completo da espécie.

4.2. Estimativas de biomassa e de sequestro de carbono

O carbono total fixado no período de 10 anos da criação da APA-IVRP (60,1 Mg ha^{-1}) pode ser considerado um valor relativamente alto se comparado às 99 Mg C ha^{-1} da floresta primária avaliada. No entanto, os valores obtidos para a floresta primária podem não mostrar a realidade da região, pois o levantamento foi realizado em um pequeno fragmento de cerca de 1 ha (ZVIEJKOVSKI, 2008). Como o fragmento é pequeno pode sofrer o efeito de borda, já que segundo Laurence et al. (1997) podem ocorrer perdas de biomassa nas bordas de fragmentos florestais que podem chegar a 36% nos primeiros 10 a 17 anos. Estas perdas ocorrem em uma faixa de 100 m de borda, que no caso do fragmento de floresta primária estudado influenciaria todo o fragmento.

As taxas de fixação de carbono medidas na área do presente estudo são semelhantes aos valores estimados em estudos realizados nas regiões sul e sudeste do Brasil, incluídas, segundo a Lei 11.428/06 (BRASIL, 2006), no bioma Mata Atlântica (MELO e DURIGAN, 2006; MOREIRA-BURGUER e DELITTI, 1999; TIEPOLO et al., 2002).

Melo e Durigan (2006), em reflorestamentos de matas ciliares sob domínio da Floresta Estacional Semidecidual no vale do Paranapanema, estado de São Paulo, encontraram valores de carbono acima do solo variando de 33 a 60 Mg C ha^{-1}, em reflorestamentos de 9, 10 e 11 anos e 79,7 Mg C ha^{-1} para florestas remanescentes. Estes valores são semelhantes aos estimados no presente estudo para o carbono acima do solo de 48,7 Mg C ha^{-1} para as florestas secundárias e 80,4 Mg C ha^{-1} para a floresta primária.

Tiepolo et al. (2002) apresentam valores de fixação de carbono para a Mata Atlântica do litoral do estado do Paraná, estimando média de 101,96 a 106,9 Mg C ha^{-1} para florestas

secundárias em estágio de desenvolvimento médio e avançado, 64,12 Mg C ha^{-1} para floresta em planície de inundação e 42,89 Mg C ha^{-1} para florestas secundárias jovens.

Moreira-Burguer e Delitti (1999) estudando uma mata mesófila semidecídua ciliar em Itapira, estado de São Paulo, estimaram pelo método destrutivo a biomassa da parte aérea da floresta primária em torno de 133,3 Mg ha^{-1}, valores menores que os 160,9 Mg ha^{-1} estimados para a biomassa vegetal da parte aérea no presente estudo.

Apesar destes trabalhos terem sido desenvolvidos no bioma Mata Atlântica, as diferenças nos valores estimados são esperadas porque (1) no mesmo bioma as condições climáticas são diferentes, o que implica em diferentes tipos de vegetação (IBGE, 1992), que certamente terão taxas de fixação de carbono diferentes em sua biomassa; e (2) a metodologia utilizada não é padrão, cada pesquisador escolhe a que acredita ser a mais apropriada para sua região.

O fato de não haver precisão nas estimativas de biomassa deixa de ser um problema quando a metodologia torna-se padrão em um monitoramento ao longo de um período. Neste caso, o importante não será o método e nem a biomassa anterior à primeira medição, mas sim o incremento de biomassa que ocorreu ao longo do período (VIEIRA et al., 2008).

Em comparação com estudos realizados na região amazônica, a biomassa total obtida no presente estudo é menor, sendo que na Amazônia a biomassa varia de 313 a 377 Mg ha^{-1} (CUMMINGS et al., 2002) podendo chegar a 495 Mg ha^{-1} em florestas primárias (ALVES et al., 1997), valores bem maiores que os 197,9 Mg ha^{-1} da floresta primária na ilha Porto Rico.

Em contrapartida as taxas anuais de fixação de biomassa em florestas secundárias da região da Amazônia de 5,7 Mg ha^{-1} ano^{-1} segundo Feldpausch et al. (2007) ou de no máximo 10 Mg ha^{-1} ano^{-1} segundo Uhl et al. (1988), são menores que as estimadas para as ilhas da região de Porto Rico de 12,03 Mg ha^{-1} ano^{-1}.

Segundo Fearnside e Guimarães (1996), florestas secundárias derivadas de agricultura crescem muito mais rápido do que aquelas de pastagens abandonadas, com isso as taxas de fixação de carbono serão menores nas áreas de pastagem. Uhl et al. (1988) verificaram que quanto maior a intensidade de uso do solo antes do abandono, mais demorada será a fixação de biomassa. As florestas secundárias na área de estudo são derivadas de pastagens abandonadas em solos intensivamente utilizados, mas as taxas de fixação de carbono na biomassa vegetal foram altas, e isso pode ser explicado pela constante heterogeneidade ambiental causada pelas inundações no rio Paraná que contribuem para aumentar a fertilidade dos solos.

O presente estudo foi realizado em um ambiente de planície de inundação cujas variáveis ambientais apresentam relativa fragilidade ambiental sendo controladas pelos pulsos de inundação (JUNK et al., 1989). As lagoas e ressacos cobrem uma área das ilhas pequena, porém importante do ponto de vista do sequestro de carbono, pois a variação no nível da água ocorre de forma mais ou menos constante de acordo com a teoria do pulso de inundação. A oscilação no nível da água impede a formação de vegetação arbórea, sendo as herbáceas o porte dominante nestas áreas (KITA e SOUZA, 2003). Desta forma, o pulso de inundação atua como uma força contrária à fixação de CO_2, e, considerando que a APA-IVRP tem uma vasta área de planícies de inundação, a fixação de carbono será menor que em ambientes tipicamente florestais.

Independente das comparações, o fato é que a criação da APA-IVRP contribuiu significativamente para o sequestro de carbono atmosférico e este é um fator importante a ser considerado no cenário atual, pois contribui para o processo de consolidação de unidades de conservação, sobretudo das de uso sustentável, já que nessa categoria devem ser buscadas respostas para unir a geração de renda à conservação da biodiversidade (CAMPOS e DICKINSON, 2005). Cabe, portanto, aos gestores das unidades de conservação o papel de identificar os potenciais projetos de MDL nos limites ou no entorno das mesmas (FERRETI, 2006).

5. CONCLUSÕES

A criação da Área de Preservação Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná contribuiu decisivamente para a recuperação da vegetação nas ilhas da região de Porto Rico, o que resultou na fixação média de 60,1 Mg C ha^{-1} em áreas de florestas secundárias com 10 anos de abandono.

Este estudo foi pioneiro para a área da planície de inundação do alto rio Paraná e a metodologia aqui proposta pode ser adotada em estudos posteriores que busquem o monitoramento nos estoques de carbono em toda a região fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual, na mesma zona climática (precipitação média anual de até 1.500 mm).

Sugere-se que seja feito o monitoramento periódico dos estoques de carbono em unidades de conservação, visto que essa é uma atividade que pode mostrar ainda mais a efetividade das mesmas, além da possibilidade de geração de renda pela comercialização de RCEs geradas. Sugere-se ainda que sejam inseridas nos planos de manejo atividades que promovam o reflorestamento para possíveis projetos de MDL.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, D. S. et al. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, Western Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v.3, p.451-461, 1997.

BRASIL. Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. Institui o novo código florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 set. 1965. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=311>. Acesso em: 5 ago. 2009.

BRASIL. Decreto s/n de 30 de setembro de 1997. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 1 out. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/Anterior%20a%202000/1997/Dnn5786.htm>. Acesso em: 18 dez. 2008.

BRASIL. Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=526>. Acesso em: 5 ago. 2009.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v.35, p.881–902, 1989.

BROWN, S. **Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests:** a Primer. Roma: FAO Forestry Paper 134, 1997.

BROWN, S. et al. Issues and challenges for forest-based carbon-offset projects: a case study of the Noel Kempff Climate Action Project in Bolivia. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v.5, p.99–121, 2000.

CAIRNS, M.A. et al. Root biomass allocation in the world's upland forests. **Oecologia**, v.111, p.1-11, 1997.

CAMPOS, J.B. Spatial and multi-temporal analysis of deforestation and quantification of the remnant forests on Porto Rico Island, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, n.1, p.91-100, 1999.

CAMPOS, J. B. Spatial Characterization of the Vegetation. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Eds.) **The Upper Parana River and its Floodplain**: Physical aspects, Ecology and conservation. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. p. 360-380.

CAMPOS, J. B.; DICKINSON, G. Regeneração de florestas na área de proteção ambiental – APA das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná. **Cadernos de Biodiversidade**, Maringá, v.5, n.1, p.50-59, 2005.

CAREY E.V. et al. Are old forests underestimated as global carbon sinks? **Global Change Biology**, v.7, p.339-344, 2001.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H. OLIVEIRA, D. **Cartas Climáticas do Paraná.** Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteundo/conteudo.php?con teudo=677>. Acesso em 20 jul. 2009.

CHAPLA, T. E. **Banco de sementes do solo durante sucessão em pastagem abandonada na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil**. Exame Geral de Qualificação (Mestrado). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2009.

CHAVE, J. et al. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, v.145, p.87-99, 2005.

CORREIA, G. T.; SOUZA-FILHO, E. E. O uso do solo no arquipélago Mutum-Porto Rico – Alto rio Paraná (MS/PR). **Boletim Paranaense de Geociências**, v.47, p.111-122, 1999.

COTTA, M. K. et al. Quantificação de biomassa e geração de certificados de emissões reduzidas no consórcio seringueira-cacau. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.969-978, 2008.

CUMMINGS, D. L. et al. Aboveground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.163, p.293–307, 2002.

FALKOWSKI, P. et al. The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System. **Science**, v.290, n.13, p.291-296, 2000.

FEARNSIDE, P. M.; GUIMARÃES, W. M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v.80, p.35-46, 1996.

FERRETTI, A. R. O papel das unidades de conservação no combate às mudanças climáticas e as oportunidades geradas. In: CAMPOS, J. B.; TOSSULINO, M. G. P.; MÜLLER, C. R. C. **Unidades de Conservação:** Ações para valorização da biodiversidade. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2006. p.153-162.

FELDPAUSCH, T. R. et al. Secondary forest growth deviation from chronosequence predictions in central Amazonia. **Global Change Biology**, v.13, p.967–979, 2007.

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.106, p.110–127, 1989.

KITA, K. K.; SOUZA, M. C. Levantamento florístico e fitofisionomia da lagoa Figueira e seu entorno, planície alagável do alto rio Paraná, Porto Rico, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.25, n.1, p.145-155, 2003.

LAURENCE, W. F. et al. Biomass Collapse in Amazonian Forest Fragments. **Science**, v.278, p.1117-1118, 1997.

LEWIS, S. L. et al. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. Nature, v.457, n.19, p.1003-1006, 2009.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.1. 4.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002a.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.2. 2.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002b.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3.ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MacDICKEN, K. **A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects**. Arlington: Winrock Internatoinal Institute for Agricultural Development, 1997.

MELO, A. C. G; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, v.71, p.149-154, 2006.

MOREIRA-BURGUER, D.; DELITTI, W. B. C. Fitomassa epigéa da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itapira – SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.3, p.429-435, 1999.

NELSON, B. W. et al. Allometric regressions for improved estimate of secondary forest biomass in the central Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.117, p.149-167, 1999.

NOGUEIRA, E. M. et al. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. **Forest Ecology and Management**, v.256, p.1853-1867, 2008.

PALM, M. et al. Application of Clean Development Mechanism to forest plantation projects and rural development in India. **Applied Geography,** v.29, p.2-11, 2009.

PHILLIPS, O. L. et al. Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-Term Plots. **Science**, v.282, p.439-442, 1998.

SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.533-539, 2002.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERETTI, A. R. Measuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná, Brazil. **Taiwan Forestry Research Institute. Extension Serie**, v.153, p.98-115, 2002.

UHL, C. et al. Successional Patterns Associated with Slash-and-Burn Agriculture in the Upper Rio Negro Region of the Amazon Basin. **Biotropica**, v.14, n.4, p.249-254, 1982.

UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E. A. S. Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. **Journal of Ecology**, v.76, p.663-681, 1988.

UNITED NATIONS. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.** United Nations, 1998.

VARGAS, R.; ALLEN, M. F.; ALLEN, E. B. Biomass and carbon accumulation in a fire chronosequence of a seasonally dry tropical forest. **Global Change Biology**, v.14**,** p.109–124, 2008.

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

ZAMPAR, R. **Heterogeneidade na sucessão secundária da vegetação na APA das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, Brasil**. Exame Geral de Qualificação (Mestrado). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2009.

ZVIEJKOVSKI, I. P. **Sucessão em uma pastagem tropical abandonada: mudanças estruturais e estimativa de recuperação florestal.** Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2008.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo