



APOIO À CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DO MUNICÍPIO DE CURITIBA

Programa de avaliação e quantificação do potencial de absorção de carbono por florestas nativas em Curitiba

Relatório Final de Atividades

Abril / Maio 2009

Parceria:

SPVS - Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental

Prefeitura Municipal de Curitiba / Secretaria Municipal do Meio Ambiente

SUMÁRIO

Resumo Executivo	3
1 INTRODUÇÃO	5
1.1 As mudanças climáticas e a conservação das florestas.....	7
1.2 A Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária	8
1.3 Atual estado de conservação da Floresta com Araucária	9
1.4 Áreas verdes no município de Curitiba	11
1.5 Preocupação de Curitiba com a qualidade ambiental e a preservação das áreas verdes.....	13
2 MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1 Equipe de trabalho	15
2.2 Áreas de amostragem	15
2.3 Procedimento metodológico.....	16
3 RESULTADOS	19
3.1 Caracterização do universo amostral.....	19
3.2 Caracterização das unidades de conservação amostradas	22
3.3 Inventário de carbono em floresta.....	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	38
Anexo 1	42
Anexo 2	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da cobertura vegetal original do Paraná, de acordo com Maack (1950), e modificado por Roderjan & Galvão (1999).....	10
Figura 2: Mapa da cobertura atual da Floresta com Araucária (Castella & Britez, 2004)	11
Figura 3: a) Mensuração do perímetro a 1,3m do solo (PAP); b) Identificação dos indivíduos com plaqueta numerada; c) Utilização de aparelho para mensuração de distância das árvores ao centro da parcela.....	17
Figura 4: a) Disposição das cordas a partir do centro da parcela; b) Amostragem de necromassa.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Equações utilizadas na estimativa da biomassa vegetal aérea.....	19
Tabela 2: Quantidade de carbono encontrada por componente em maciços florestais da cidade de Curitiba.	34
Tabela 3: Estoque de carbono em maciços florestais do município de Curitiba, de acordo com as classes estabelecidas pela SMMA (Miguez, 2001). Os valores de carbono para as duas primeiras categorias baseiam-se em dados de campo; para mata secundária e bracatingal em Watzlawick <i>et al.</i> (2002) e para floresta aluvial em Britez <i>et al.</i> (2006).	36

Resumo Executivo

A variação do clima é um fenômeno natural, apresentando períodos de mudanças intensas em algumas fases da história do planeta. O que preocupa na atualidade é a velocidade com que essas mudanças estão acontecendo, já retratadas por vários cientistas. Dentre os parâmetros que podem corroborar essa idéia está o aumento na concentração de CO₂ na atmosfera (nos últimos 30 anos, o aumento foi superior ao registrado nos últimos 160.000 anos) e o aumento da temperatura média em algumas regiões.

Diante dessa situação, em 1980 iniciou-se uma discussão sobre quais os impactos e a possibilidade de intensificação do efeito estufa, buscando um entendimento internacional a respeito. Com a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), que reúne cientistas de todo o mundo para realizar estudos e projeções, deu-se início aos esforços mundiais para minimizar o aquecimento global. Durante a Rio-92 foi formada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que é responsável por estabelecer diretrizes para que os países reduzam suas emissões de gases do efeito estufa (GEE) e adotem políticas internas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Em 2005 entrou em vigor o Protocolo de Quioto, um compromisso firmado por 141 países onde são estabelecidas metas de redução de emissões desses gases.

O Protocolo de Quioto, que tem suas ações estabelecidas entre 2008 e 2012, é o documento oficial que reúne e sumariza os esforços internacionais para combate ao aquecimento global. No entanto, as iniciativas voluntárias de instituições, empresas e governos também têm sido de suma importância para a redução na intensificação do efeito estufa.

Nas discussões que abordam o período pós-Quito, além dos mecanismos já estabelecidos para redução de emissão de GEE (mudança de matriz energética, plantio de florestas e restauração florestal, incluídos nos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL), há uma tendência de que o desmatamento evitado faça parte dessa ferramenta. A destruição de florestas contribui triplamente para o aquecimento global: pela perda do carbono fixado na biomassa vegetal, pela cessão de absorção de CO₂ da atmosfera durante o processo de fotossíntese, e pela liberação de carbono estável no solo que, com a destruição da vegetação, fica exposto e propicia a liberação de moléculas de GEE. Com isso, ações que evitem a destruição das florestas naturais adquirem singular importância.

Com base nessa perspectiva, e de forma pioneira, foi firmada parceria entre a Prefeitura Municipal de Curitiba e a SPVS para quantificação do CO₂ (um dos principais GEE) absorvido na fotossíntese e acumulado na forma de carbono na biomassa vegetal nativa. Para tanto, foi feito levantamento do estoque de carbono em remanescentes florestais públicos da cidade de Curitiba. Foram instaladas 39 parcelas em 15 Unidades de Conservação municipais, sendo verificado um total de

168,25 t C/ha fixados na vegetação (ou 615,8 t CO₂ equivalente). O estoque de carbono na biomassa vegetal dessas áreas é de aproximadamente 40.000 t C.

Se consideradas os dados oficiais da Secretaria Municipal do Meio Ambiente sobre os maciços florestais do Município, que incluem áreas públicas e particulares, o estoque atual chega a 1.160.000 t C (ou 4.245.600 t CO₂ equivalente). No entanto, cabe ressaltar que esses valores podem sofrer alteração (redução) frente à atualização do mapeamento de cobertura da vegetação no município, ainda em curso.

Considerando a importância dessas áreas para manutenção de condições de clima local, qualidade do ar e da água, e pela função de sumidouro de GEE, aqui quantificado, a preservação desses remanescentes é essencial para a manutenção da qualidade de vida urbana, e reforça as ações de políticas públicas municipais de preocupação com o meio ambiente.

1 INTRODUÇÃO

A variação do clima é um fenômeno natural, apresentando períodos de mudanças intensas em algumas fases da história do planeta. O que preocupa na atualidade é a velocidade com que essas mudanças estão acontecendo. Sob esta ótica, vários cientistas e líderes mundiais começaram a discutir o tema a partir do final da década de 1960.

Em 1988 foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), que reúne cientistas de todo o mundo para realizar estudos e projeções acerca do tema.

Mas só em 1992 a ONU começou a abordar a questão das mudanças climáticas como um problema de ordem mundial, criando a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), responsável por estabelecer diretrizes para que os países reduzam suas emissões de gases do efeito estufa (GEEs) e adotem políticas internas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Desde então se iniciou um processo de entendimento global através de reuniões, conferências e discussões que visavam, principalmente, gerar acordos que pudessem minimizar a intensificação do efeito estufa.

Em 1997 os esforços culminaram na elaboração do Protocolo de Quioto (United Nations, 2007), um documento cujo compromisso era desacelerar a emissão dos gases do efeito estufa (GEE), responsáveis pelo aquecimento global, que só entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, após a assinatura de 41 países responsáveis por mais de 55% das emissões mundiais desses gases (incluindo o Brasil). Dentro das medidas incluídas nesse documento, encontravam-se metas de redução de pelo menos 5% de emissões de GEE dos países industrializados comparado às quantidades emitidas no ano de 1990, objetivo a ser alcançado entre 2008-2012. Para tanto, esses países devem investir na mudança de matriz energética e eficiência no processo produtivo, e podem destinar recursos em projetos executados em países em desenvolvimento (sem metas de redução) que levem à diminuição de emissão ou ainda captura de carbono da atmosfera, ditos

projetos de ação conjunta. Esses modelos fazem parte Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), e resultam em Certificados de Emissões Reduzidas (CERs, mais conhecidos como créditos de carbono) que podem ser adquiridos pelos países com metas de redução estabelecidas.

O termo crédito de carbono é utilizado pelo fato deste elemento ser o principal componente de muitos dos gases do efeito estufa, e por isso representa toda a cadeia econômica relacionada a esse mercado. Um crédito de carbono ou CER equivale a 1 tonelada de CO₂.

Os projetos de MDL englobam as tecnologias de energia renovável, como, por exemplo, a produção de etanol a partir de cana-de-açúcar ou milho, ou ainda a transformação de metano oriundo de aterros sanitários ou de granjas suínas em gás natural (a exemplo de créditos de carbono já leiloados pelo governo de São Paulo ou tecnologias desenvolvidas no interior do Paraná pelo TECPAR, com pequenas usinas de conversão de metano), plantios de espécies arbóreas utilizadas para produtos duráveis (tais como móveis), e ainda projetos de restauração de áreas nativas florestais. No entanto, para esses dois últimos casos, a elegibilidade só é possível após a confirmação de que as áreas incluídas no projeto encontravam-se comprovadamente degradadas por ação humana até 1989, e que assim um projeto dessa natureza promove “adicionalidade”, ou seja, há fixação de carbono maior que aquela esperada pela situação encontrada naquele ano.

Numa etapa pós-Quito (a partir de 2012), a tendência é a de que o desmatamento evitado seja incluído como uma ferramenta de MDL. Tal proposta consiste na manutenção das florestas nativas que já possuem elevadas quantidades de carbono fixado em sua biomassa e que, continuamente, estão acumulando carbono no processo de fotossíntese. A iminente inclusão dessa modalidade de MDL advém da constatação que as emissões de GEE têm origem não só no processo de industrialização, mas também na mudança de uso do solo em países considerados não industrializados (hoje sem metas de redução). Os inventários de emissões mundiais dão conta que o Brasil, apesar de não ser considerado industrializado, é um dos principais emissores de GEE devido à alteração da cobertura vegetal, mais notadamente na Amazônia.

Diante dessas perspectivas, surge a necessidade premente de se obter informações sobre o estoque de carbono existente nas florestas nativas, dados em muitos casos ainda não disponíveis. E para tanto, dentro de uma parceria entre a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) e a Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC), foi elaborado inventário de biomassa de carbono das formações florestais das áreas verdes do município de Curitiba. As informações obtidas servirão como subsídio para a elaboração de propostas de conservação das áreas verdes municipais, associando dois principais valores ambientais: a conservação da natureza e a temática de mudanças climáticas. Além disso, também poderão servir como meio de obtenção de recursos para a conservação da natureza do município, através da perspectiva de elaboração de projetos que agreguem o valor do mercado de carbono em ações de restauração da vegetação nativa do município.

1.1 As mudanças climáticas e a conservação das florestas

Vários estudos têm mostrado que a concentração de CO₂ e a temperatura da atmosfera variaram conjuntamente nos últimos milhares de anos, reforçando a preocupação de que o aumento da concentração de GEE na atmosfera pode provocar mudanças climáticas, principalmente relacionadas com o aquecimento global. Dentre estas mudanças estão, por exemplo, a alteração do ciclo hidrológico de diferentes regiões; a intensificação ou alteração da frequência de eventos como tornados e ressacas; o aumento das temperaturas médias mais altas; o aumento da média do nível dos oceanos; e alterações diversas nos ambientes naturais, entre eles os ecossistemas florestais, incluindo alterações nos padrões de chuvas e de umidade, secas e tempestades, na velocidade dos ventos, na incidência de incêndios, de doenças, alterações na composição das espécies, da taxa de decomposição e do volume de biomassa (Campos, 2001), com possibilidade de perdas irreversíveis de biodiversidade.

A conservação florestal, dentro deste contexto, está diretamente ligada à mudança do uso do solo e à mitigação das mudanças climáticas, uma vez que a

redução das taxas de desmatamento diminui as emissões globais de GEE. Além disso, as florestas contribuem para a estabilidade ambiental, com a mitigação das temperaturas extremas, aumentando as precipitações regionais, prevenindo erosões e a deterioração do solo. Também possuem papel fundamental no ciclo do carbono, constituindo um dos maiores reservatórios deste elemento em todos os ecossistemas terrestres (UNFCCC, 2008; Campos, 2001), incorporando-o, através da absorção de CO₂ da atmosfera, na biomassa da vegetação e no solo associado (Pearson *et al.*, 2005).

Cabe ressaltar que, neste cenário, podem ser agregados outros diferentes atributos ou serviços ambientais à conservação das florestas como uma das principais fontes de estoque de carbono, entre elas a manutenção da diversidade biológica, habitat para a vida silvestre, proteção de bacias hidrográficas ou a presença de sítios arqueológicos (Jennings *et al.*, 2003).

1.2 A Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária

A Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 1992), também conhecida como floresta com araucária, pinheiral ou pinhal, é um tipo de vegetação florestal muito característica e exclusiva dos planaltos da região Sul do Brasil, com disjunções na região Sudeste e em países vizinhos (Argentina e Paraguai). Sua composição florística é caracterizada pela coexistência de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira) em marcada relevância fisionômica de elementos de Coniferales e Laurales, onde domina o pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*), espécie de alto valor econômico e paisagístico (Leite & Klein, 1990; Leite, 1995).

A Floresta com Araucária ocorre, predominantemente, entre 800 e 1200 m de altitude, podendo eventualmente ocorrer acima destes limites. Em face da sua ocupação em diferentes patamares de altitude e latitude no Paraná, podem ser reconhecidas quatro diferentes formações: a Aluvial (em terraços situados ao longo dos rios), a Submontana (a partir de 50 até cerca de 400 m de altitude), a Montana (de 400 até cerca de 1000 m s.n.m.) e a Altomontana (situadas acima de 1000 m s.n.m.) (IBGE, 1992; Roderjan *et al.*, 1993; Roderjan *et al.*, 2002).

A formação Aluvial corresponde às florestas ripárias, também denominadas de florestas ciliares ou florestas de galeria. Desenvolvem-se às margens de rios, percorrendo terrenos de relevo plano até suave-ondulado, podendo fazer limite com áreas de planícies de inundação, onde está estabelecida a vegetação de várzeas (Formação Pioneira com Influência Fluvial). O branquilha (*Sebastiania commersoniana*) é a espécie mais característica. No dossel, destacam-se a aroeira (*Schinus terebinthifolius*), o vacum (*Allophylus edulis*), a murta (*Blepharocalyx salicifolius*) e o tarumã (*Vitex megapotamica*). Nos estratos inferiores, são comuns diversas espécies de guamirins (*Myrciaria tenella*, *Myrceugenia euosma*, *Calyptanthus concinna*), embira (*Daphnopsis racemosa*) e o pasto-de-anta (*Psychotria carthaginensis*) (Roderjan et al., 2002).

Quanto às demais formações da Floresta com Araucária, em todas elas o pinheiro-do-Paraná ocorre formando um estrato dominante e contínuo, geralmente acima de 30 m de altura. Diferentes espécies arbóreas podem ser observadas associadas, destacando-se a imbuia (*Ocotea porosa*), a canela-sebo (*Ocotea puberula*), a canela-lageana (*Ocotea pulchella*), a pimenteira (*Capsicodendron dinisii*), o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*), a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), o cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), a guavirova (*Campomanesia xanthocarpa*), o miguel-pintado (*Matayba elaeagnoides*), a caroba (*Jacaranda puberula*) e o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) (Leite & Klein, 1990; Roderjan et al., 2002). Nos estratos arbóreos inferiores são comuns espécies de Myrtaceae (*Eugenia*, *Myrcia*), Salicaceae (*Casearia*, *Xylosma*), Sapindaceae (*Allophylus*, *Cupania*), Aquifoliaceae (*Ilex*) e pteridófitas arborescentes (*Cyathea*, *Dicksonia*) popularmente conhecidas como “xaxins”. Espécies epífitas também são observadas, porém de maneira menos expressiva do que em áreas de Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) (Roderjan et al., 2002).

1.3 Atual estado de conservação da Floresta com Araucária

O início da colonização do Paraná ocorreu por volta de 1895. Nesta época o Estado possuía extensas áreas de florestas nativas, entre outras tipologias de

vegetação (Figura 1). A cobertura florestal era de aproximadamente 168.000 km², o equivalente a 83,5% da superfície total do Estado. Segundo registros de Maack, de 1965, nos primeiros 35 anos da colonização (1895 - 1930) foram desmatados em torno de 3.880.000 ha da vegetação original (23,12%) e nos 25 anos subsequentes (1930 - 1955) mais 9.868.800 ha (58,8%). Destes totais, estima-se que, somente com relação às áreas de Floresta com Araucária, que cobriam 7.378.000 ha, foram perdidos 5.174.800 ha (IBDF, 1984).

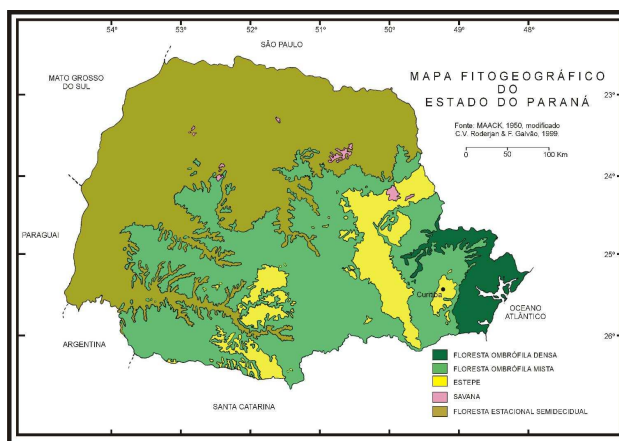


Figura 1: Mapa da cobertura vegetal original do Paraná, de acordo com Maack (1950), e modificado por Roderjan & Galvão (1999)

Atualmente, segundo dados obtidos com o diagnóstico dos remanescentes de floresta com araucária do Paraná (Castella & Britez, 2004), apoiado pelo PROBIO, realizado através de sensoriamento remoto e avaliações da biodiversidade em campo, foram detectados apenas 30% da área natural de ocorrência desta tipologia ainda presente no Estado, somados a 7% de florestas que ocorrem em área de distribuição natural da Estepe Gramíneo-Lenhosa, conhecida como campos naturais (Figura 2). Destes totais, aproximadamente 19% correspondem aos remanescentes de florestas em estágio inicial¹, 17% em estágio intermediário ou médio² e apenas

¹ De acordo com Castella & Britez (2004), foram consideradas florestas em estágios iniciais aquelas que possuem menor diversidade florística e de formas de vida, geralmente com apenas um estrato arbóreo e predomínio expressivo de seis espécies de árvores, entre outros aspectos. Exemplo: bracingais.

² De acordo com Castella & Britez (2004), as florestas em estágio médio apresentam estrutura mais desenvolvida, com árvores de maior porte, aumento do número de formas de vida (herbáceas, arbustivas, epífitas) e mistura de outras espécies arbóreas, quando comparadas àquelas dos estágios iniciais, entre outras características. Também apresentam fisionomias distintas em função do grau de exploração e tempo de regeneração, compreendendo desde áreas abandonadas e não exploradas por mais de 30 anos, florestas bem desenvolvidas e onde houve uma degradação intensa, até áreas manejadas para criação de gado ou produção da erva-mate.

0,8% aos remanescentes de floresta em estágio avançado³. Face à contínua exploração das áreas de florestas nativas do Estado, para a expansão das atividades agrossilvipastoris, é muito provável que, atualmente, estes valores sejam ainda menores.

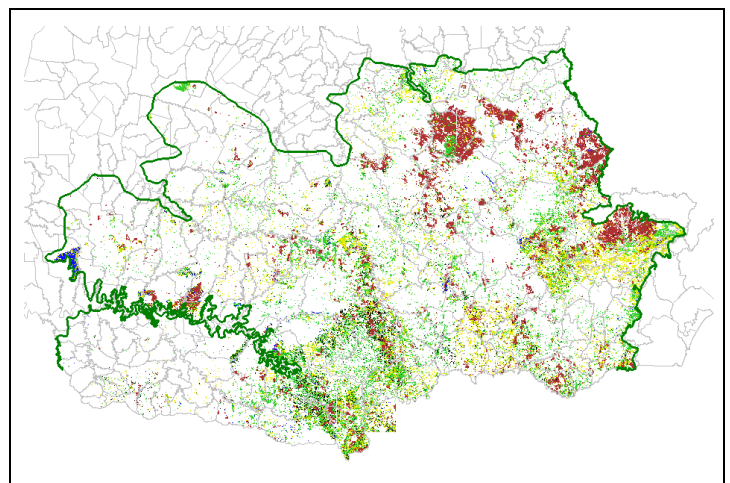
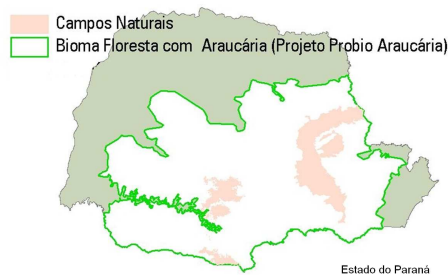


Figura 2: Mapa da cobertura atual da Floresta com Araucária (Castella & Britez, 2004)

1.4 Áreas verdes no município de Curitiba

As informações disponibilizadas na literatura sobre a extensão das áreas verdes de Curitiba apresentam desigualdades. Provavelmente, a metodologia de trabalho utilizada, incluindo a escala e o nível de detalhamento considerado para a classificação da vegetação, justifica estas contradições.

Em 1987, através de um trabalho conjunto entre a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e a Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF), foi

³ De acordo com Castella & Britez (2004), florestas em estágios avançados representam as de maior diversidade. Além das espécies dos outros estágios, nestas florestas também se encontram presentes espécies exclusivas e há maior diversidade de formas de vida. O sub-bosque possui maior número de espécies herbáceas, arbustivas e arvoretas. O porte das árvores é maior e a estratificação é visível, entre outros aspectos.

determinado que o percentual de áreas verdes do Município era de 15% (FUPEF, 1987).

Levantamento posterior, que analisou imagens do ano de 2000, determinou valores um pouco maiores do que aqueles determinados pela FUPEF (1987), correspondentes a 17,97% (Miguez, 2001). Neste levantamento as áreas verdes, que somaram 77.786.020 m², foram denominadas de “maciços florestais⁴” e classificadas como mata nativa com araucária, mata nativa sem araucária, mata secundária em regeneração, bracatingal, reflorestamento e mata ciliar (Miguez, 2001).

Em estudo realizado por Bertolo *et al.* (2005) foram determinados valores diferenciados de cobertura das áreas verdes do município de Curitiba com o uso de imagens Landsat TM de 1986, 1999 e 2002. Segundo as autoras, que consideraram como agrupamentos arbóreos as matas remanescentes, matas ciliares e os reflorestamentos, sem incluir áreas abertas de pastagens, culturas ou qualquer outro tipo de atividade agrícola, o aumento da vegetação que foi verificado ao longo dos anos ocorreu principalmente devido aos avanços das políticas públicas urbanas. Os mapeamentos realizados mostraram que entre 1986 e 2002 houve um acréscimo de 9% na cobertura vegetal do município.

Mas recentemente, em estudo realizado por Vieira e Biondi (2008), foi detectado que a classe “cobertura vegetal” do município de Curitiba perdeu sua representatividade no período de 1986 a 2004. Pelo mapeamento realizado, em 1986, ela ocupava 39% do território municipal (169 km²) e em 2004 passou a ocupar 30% do município (130 km²). Segundo os autores, esta situação deve-se principalmente ao aumento da população e, conseqüentemente, ao crescimento das áreas urbanas. A cobertura vegetal diminuiu no período de anos considerado, principalmente, naqueles locais onde ela era mais abundante e, analogamente, a urbanização aumentou onde ela menos se apresentava. Isso indica que a cobertura vegetal foi substituída pela urbanização em função do processo de crescimento da cidade (Vieira & Biondi, 2008).

Considerando-se o atual estado de conservação e a reduzida área de ocupação da cobertura vegetal no Paraná, bem como o crescimento urbano do

⁴ Segundo Miguez (2001), para o mapeamento, *maciço florestal* foi considerado todo aglomerado de árvores, de qualquer espécie, com área acima de 100 m²

município de Curitiba, com a consequente redução das áreas verdes da cidade, os fragmentos de floresta das unidades de conservação do Município destacam-se em importância. Eles representam as últimas amostras da tipologia florestal que ocorria predominantemente no município e em boa parte do estado do Paraná. Somente por este fato, representam florestas de alto valor de conservação da biodiversidade. A isto podem ser agregados outros atributos ou serviços ambientais como o de hábitat para a fauna silvestre da região, que depende destas áreas para a obtenção de recursos, abrigo e reprodução; de amostra de material genético e de diversidade biológica das espécies vegetais características da formação, importantes principalmente para o desenvolvimento de ações voltadas à recuperação dos ambientes naturais, como a de obtenção de sementes das espécies nativas para a produção de mudas; de proteção de recursos hídricos; e de fixação de carbono, na forma de incremento de biomassa vegetal, importante para a redução dos efeitos negativos do efeito estufa.

Cabe salientar que a amplitude das áreas verdes na questão ambiental urbana ultrapassa as fronteiras da Administração Pública. Ela também deve ser considerada dentro da comunidade e na esfera da cidadania. Cada indivíduo deve assumir, através de suas próprias ações, o papel de compartilhar as responsabilidades de proteger e melhorar o ambiente, participando da melhoria da sua própria qualidade de vida (Senna, 2002).

1.5 Preocupação de Curitiba com a qualidade ambiental e a preservação das áreas verdes

O reconhecimento nacional e internacional de Curitiba como uma cidade preocupada com seu ambiente, é resultado da política ambiental praticada pela administração pública municipal desde a década de 1970. Esta política tem sido um importante instrumento para a preservação das áreas florestais do município. Diferentes ações já foram realizadas com este intuito, algumas delas concretizadas na forma de leis ou decretos. Entre eles citam-se, por exemplo, a determinação de necessidade prévia de autorização para o corte de árvores em propriedades

particulares; criação de estímulos à preservação e proteção de áreas florestadas; a criação do plano de arborização urbana e da comissão de áreas verdes; do estabelecimento do zoneamento e uso do solo; da preservação de fundos de vale; de incentivos fiscais e construtivos para aqueles que contribuem com a preservação das áreas verdes; de estímulos à preservação e formação de áreas verdes; da criação de bosques de preservação permanente, estabelecendo restrições urbanísticas à ocupação de terrenos atingidos por vegetação nativa do Município; de licenciamento prévio, determinando que as obras sejam implantadas de forma correta e já discutida; da criação do “Código Florestal do Município de Curitiba” e das “Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal” com o intuito de incentivar ainda mais a preservação dos maciços florestais nativos, favorecendo desta forma o meio ambiente (Unilivre/SMMA, 1997; Miguez, 2001; SMMA, 2009c).

Neste processo de busca da melhoria da qualidade ambiental e do desenvolvimento sustentável, também se destacam o convênio de delegação de competência para a gestão das áreas verdes, estabelecido em 1974 com o atual Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Desenvolvimento (IBAMA); a criação da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, que permitiu a definição e implantação de programas para conter e/ou amenizar a degradação ambiental urbana provocada pelos processos de intensa urbanização e da industrialização; as atividades desenvolvidas de forma contínua, através do “Plano Diretor de Arborização”, ao longo das vias e logradouros municipais; e a transformação de algumas áreas florestais particulares em unidades de conservação, confirmando a política pública de conservação das áreas verdes municipais (Miguez, 2001; SMMA, 2009c).

Todos os resultados alcançados podem ser atribuídos a vários fatores como a vontade política, o contínuo processo de educação ambiental, a legislação atualizada, equipe técnica competente e uma população esclarecida e envolvida com o dia a dia da cidade (SMMA, 2009c).

Mais recentemente, preocupada com a questão da perda da biodiversidade, com a degradação de espaços terrestres e aquáticos e com os fenômenos resultantes do processo de mudanças climáticas no Planeta, principalmente através do efeito estufa, a Prefeitura Municipal de Curitiba iniciou três novas ações vinculadas ao Programa de Apoio à Conservação da Biodiversidade em Curitiba e Região Metropolitana, em parceria com a SPVS. O objetivo principal desta iniciativa

é estimular atitudes simples que preservem a biodiversidade e revertam processos de degradação ambiental nas áreas de vegetação nativa em Curitiba, por intermédio de parcerias entre cidadãos e instituições.

Dentre as ações previstas no programa, destacam-se os estudos que estão sendo apresentados, realizados para quantificar o potencial de estoque de carbono das áreas nativas de Curitiba como subsídio à elaboração de propostas que congreguem a conservação da biodiversidade e ações contra o aquecimento global.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Equipe de trabalho

- Coordenadora geral: Marília Borgo (Bióloga, Doutoranda em Engenharia Florestal - Conservação da Natureza / UFPR)
- Coordenadora de campo: Carina Kozera (Bióloga, Doutora em Engenharia Florestal - Conservação da Natureza / UFPR)
- Estagiários: Felipe do Vale; Tomás Bastos de Mello; Juliana Peratello e Silva (Estudantes do curso de Biologia da PUC/PR)
- Voluntário: Ricardo Beckert Trevisan (Engenheiro Ambiental, Especialização em Mudanças Climáticas e Sequestro de Carbono/ Universidade Positivo)

2.2 Áreas de amostragem

Para a realização do levantamento de carbono, foram avaliadas 33 unidades de conservação (UC) de Curitiba, representadas por bosques ou parques municipais selecionados pela equipe da Gerência de Bosques e Parques da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) (Anexo 1).

Deste total, foram excluídas da amostragem as UC que possuíam área total menor do que 2 ha, aquelas que não possuíam informação sobre tamanho total do fragmento de vegetação (Parque Municipal Caiuá e Parque Lagoa Azul) e o Bosque do Trabalhador, por não possuir condições de segurança para a realização dos trabalhos de campo.

As demais áreas foram avaliadas em campo, antes das amostragens, para verificação da possibilidade de implantação das unidades amostrais (parcelas). Como parâmetros de avaliação, foram considerados o estado geral de conservação e o estágio sucessional da formação florestal, de acordo com a Resolução do CONAMA n. 2, de 18 de março de 1994. A verificação em campo dos parâmetros foi realizada através de caminhadas intensivas, com o auxílio de imagens georreferenciadas fornecidas pela SMMA. A avaliação técnica dos fragmentos também teve como premissa os elementos do efeito de borda⁵ a que estão sujeitos e as alterações da estrutura florestal que implica em grande variação nas quantidades no componente carbono. Dessa forma, foram excluídas das amostragens as UCs cujos remanescentes encontravam-se excessivamente descaracterizados, ou então com dimensões e/ou formatos que impossibilitavam a implantação de parcelas, como por exemplo, fragmentos muito estreitos.

2.3 Procedimento metodológico

Para o levantamento de carbono foi utilizado método não destrutivo (MacDicken, 1997), baseado na relação entre as dimensões das diferentes partes de uma planta e a sua biomassa. Foram adotados os procedimentos descritos por Tiepolo *et al.* (2002) e SPVS (2004), com algumas modificações, conforme seguem.

Em cada uma das áreas selecionadas, foram instaladas parcelas circulares de 10 m de raio, em número variável, preferencialmente afastadas das áreas de visitação pública e sobre terreno com relevo uniforme. Nas áreas com declividades -

⁵ Efeito de borda: A fragmentação de um hábitat aumenta a sua quantidade de borda. Com isso, criam-se, nas bordas, microambientes diferentes daquele do interior da floresta, com aumento de luz, temperatura, umidade e vento. Consequentemente, algumas espécies de plantas e animais podem desaparecer, levando a uma mudança na composição das diferentes comunidades constituintes da floresta (Primack & Rodrigues, 2001).

como ocorreu no Bosque Alemão e no Parque Municipal Passaúna - foi utilizado um clinômetro para determinar a inclinação do terreno. Para as parcelas estabelecidas em áreas com inclinação maior do que 10% foram calculados novos raios, corrigidos em função do desnível do terreno. Para isso, utilizou-se a seguinte fórmula: $L_s = L / \cos S$, onde L_s = raio corrigido, S = inclinação do terreno em graus, L = raio padrão.

Dentro de cada uma das parcelas, subdivididas com cordas em quatro quadrantes, foram amostradas todas as árvores, palmeiras e xaxins com perímetro à altura do peito (PAP) maior ou igual a 15 cm (Figura 3a). Cada indivíduo amostrado foi marcado em campo com uma plaqueta plástica numerada (Figura 3b) fixada com prego à maior altura possível. O prego não foi inserido totalmente na árvore, apenas o mínimo necessário para fixar a plaqueta, sem que houvesse o perigo de ela cair e de forma que não prejudicasse o crescimento da árvore.

Os dados referentes ao PAP, à distância do indivíduo até o centro da parcela⁶ (Figura 3c) e à numeração da plaqueta foram registrados em fichas de campo. Para as palmeiras e xaxins foi utilizado o mesmo critério de inclusão, porém anotadas apenas as informações referentes à altura dos indivíduos, pois a biomassa desses grupos de plantas tem relação alométrica com este parâmetro e não com o diâmetro. A medição da altura das palmeiras foi feita considerando-se o comprimento total do estipe, popularmente chamado de tronco.



Figura 3: a) Mensuração do perímetro a 1,3m do solo (PAP); b) Identificação dos indivíduos com plaqueta numerada; c) Utilização de aparelho para mensuração de distância das árvores ao centro da parcela.

⁶ A medida de distância da árvore até o centro da parcela foi verificada com equipamento especializado, denominado "DME" (*Distance Measuring Equipment*).

Além destas informações, também foram anotados os valores de perímetro ou de diâmetro de todo material vegetal morto caído sob as cordas que delimitavam os quadrantes da parcela (Figura 4 a e b) e o PAP e a altura das árvores mortas em pé.



Figura 4: a) Disposição das cordas a partir do centro da parcela; b) Amostragem de necromassa.

Para os materiais vegetais mortos caídos no chão (troncos, galhos) foi utilizado como critério de inclusão perímetro igual ou maior que 6,3 cm (o que equivale ao diâmetro igual ou maior que 2,0 cm). Para cada um dos materiais amostrados também foram atribuídos valores de referência relativos à densidade do material vegetal, considerado de acordo com o estado de conservação da madeira, a saber:

- Densidade boa: material vegetal sem sinais de decomposição
- Densidade média: material vegetal em categoria intermediária de decomposição
- Densidade podre: material vegetal em elevado estado de decomposição

Para as árvores mortas em pé, além da mensuração do PAP e da altura, foram anotadas informações relacionadas à estrutura da árvore. Atribuiu-se o valor “0” para as árvores mortas em pé que possuíam apenas o tronco, “1” para aquelas com tronco e galhos grossos, “2” para árvores com tronco, galhos grossos e galhos finos, e “3” para as árvores mortas em pé que ainda possuíam tronco, galhos e folhas. Estas categorias foram posteriormente utilizadas para o cálculo diferenciado da biomassa.

Todas as parcelas foram georreferenciadas e o seu centro foi marcado em campo com tubos de PVC de 50 cm de comprimento. Com a finalidade de identificação, uma ficha plástica com a respectiva numeração da parcela foi inserida no interior de cada um dos tubos.

Após a implantação e mensuração das parcelas, os dados coletados foram transcritos para planilhas e submetidos a análises estatísticas. Para o cálculo da biomassa abaixo do solo (de raízes) foi aplicada a razão de 0,2 sobre o valor de biomassa aérea, baseada em estimativas mais conservadoras (Cairns *et al.*, 1997).

Para os cálculos de estimativa de carbono da biomassa aérea foram aplicadas três diferentes equações baseadas em estudos realizados em florestas tropicais (Tabela 1). Buscando obter valores mais conservadores, a quantidade de carbono estimada em relação à biomassa foi de 45%, uma vez que estudos gerais indicam percentuais entre 42 e 50% desse elemento químico em relação à biomassa total.

Tabela 1: Equações utilizadas na estimativa da biomassa vegetal aérea

Categoria	Equação	R²	Referências
Árvores	$Y=21,297-6,953(DAP)+0,74(DAP^2)$	0,91	Brown, 1997
Palmeiras	$Y=0,3999+7.907*altura$	0,75	Tiepolo <i>et al.</i> 2002
Xaxins	$Y=(1563,547*EXP(0,310478*altura))/1000$	0,93	Tiepolo <i>et al.</i> 2002

O cálculo de CO₂ absorvido é feito multiplicando-se a quantidade de carbono obtido nas mensurações pela constante 3,66, ou seja: $1 \text{ t C}=3,66 \text{ t CO}_2$.

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização do universo amostral

Neste levantamento não foram contempladas as áreas de bracingal, que corresponderiam ao estágio inicial arbóreo da sucessão, e as matas ciliares ou

florestas aluviais. Os bracatingais não foram identificados nas unidades de conservação avaliadas e as matas ciliares, presentes em sua forma mais marcante de constituição no Zoológico, não foram inseridas nas amostragens pela incerteza quanto à sua localização dentro dos limites da unidade, fato verificado pela Gerência de Bosques e Parques de Curitiba.

No total, foram instaladas 39 parcelas em 15 unidades de conservação do município de Curitiba (Anexo 2), selecionadas por possuírem características adequadas à implantação das unidades amostrais. Os fragmentos de floresta amostrados foram considerados bastante heterogêneos e se enquadram, de maneira geral como vegetação secundária em estágio médio/avançado (de acordo com IBGE, 1992), tendo sido reconhecidas, dentro desta categoria, situações distintas.

A vegetação secundária corresponde àquela originada a partir da intervenção antrópica nos ambientes naturais. Segundo IBGE (1992), toda área onde houve alguma modificação das suas características originais, seja com finalidade agrícola, pecuária, mineradora ou outra, e que tenha ocorrido alterações na vegetação primária, quando abandonada após o uso, reage diferentemente de acordo com o tempo em que foi explorada e a forma como foi utilizada. A vegetação que surge, denominada de “vegetação secundária”, reflete os parâmetros ecológicos do meio, e o processo de sucessão secundária que inicia desenvolve-se no sentido de tentar restituir o solo e/ou a vegetação.

Vários estágios de desenvolvimento das comunidades vegetais em sucessão secundária podem ser observados, sendo a diferença entre eles identificada principalmente através da sua composição florística, da sua estrutura (frequência, densidade e abundância de seus indivíduos, que representam parâmetros fitossociológicos) ou até mesmo através das formas de vida predominantes na fisionomia da vegetação (IBGE, 1992).

O estágio intermediário ou médio de sucessão se caracteriza como uma das fases posteriores à do estágio arbóreo inicial (este dominado por poucas espécies arbóreas constituindo um único estrato, com pequena variação nos diâmetros e altura). As espécies do estágio intermediário são as mesmas do estágio anterior, porém, ocorrem em menor densidade, com inclusão de espécies mais exigentes

quanto às suas condições ecológicas ideais de desenvolvimento (IBGE, 1992). Nos parques e bosques visitados este foi o estágio predominantemente observado, sendo comuns dentro dele vários elementos característicos do estágio avançado de sucessão, como, por exemplo, grandes araucárias.

As florestas, em geral, possuem dois estratos arbóreos, o superior e o inferior, sendo que em alguns fragmentos é pouco nítida a distinção entre eles. Em outras áreas, de forma pouco expressiva, também foi observado um terceiro estrato, ocupado principalmente por araucária (*Araucaria angustifolia*) e algumas outras espécies de grande porte, como o cedro-rosa (*Cedrella fissilis*) compondo o dossel florestal. As trepadeiras lenhosas (lianas) e as epífitas vasculares ocorrem representadas por um número reduzido de espécies. As árvores possuem distribuição diamétrica heterogênea, sendo que em alguns trechos é maior o adensamento de árvores pequenas e em outros há uma redução da densidade destas e aumento das árvores de porte intermediário.

A variação da fisionomia florestal nas áreas avaliadas é resultado dos processos de exploração da vegetação no passado e da atual intensidade de uso, ainda que para fins de lazer. A cobertura da floresta, que corresponde àquela formada pelas copas das árvores, é variável. Foram observadas, inclusive, condições em que é mais aberta e mais fechada de forma alternada num mesmo fragmento. Com relação ao sub-bosque, é constituído pelo estrato herbáceo-arbustivo, onde se encontram ervas, arbustos, e representantes de regeneração natural das espécies arbóreas.

Alguns trechos apresentam um ou dois estratos arbóreos não contínuos, com ou sem a presença de araucárias emergentes, que podem ocorrer de forma esparsa. O estrato herbáceo-arbustivo está presente, mas geralmente possui baixa riqueza de espécies. As trepadeiras, bem como a regeneração natural, concentram-se em áreas com maior incidência luminosa, condição resultante da cobertura arbórea mais aberta. Outras feições das florestas apresentam árvores de maior porte e a presença mais comum de araucária. A cobertura arbórea é mais densa e maior abundância de espécies epifíticas.

No componente arbóreo são frequentes espécies de Myrtaceae, Lauraceae, Salicaceae (Flacourtiaceae), Meliaceae, Bignoniaceae, Podocarpaceae (*Podocarpus*

lambertii), Bignoniaceae e Sapindaceae. No sub-bosque são comuns representantes de Rubiaceae (*Psychotria suterella*, *Rudgea* spp.), Monimiaceae, Piperaceae, Melastomataceae, Poaceae, Cyperaceae e pteridófitas (Cyatheaceae, Thelypteridaceae, Aspleniaceae), entre outras. Nesta categoria de estágio sucessional podem ser incluídas as florestas classificadas como “mata nativa sem araucária” e “mata nativa com araucária”, segundo sistema de classificação utilizado pela SMMA (Miguez, 2001). Da mesma forma como aquela considerada para o estágio médio, estas categorias poderão ser consideradas semelhantes ou equivalentes ao estágio médio/avançado deste levantamento desde que possuam sub-bosque.

3.2 Caracterização das unidades de conservação amostradas

Bosque Alemão: está situado em uma área de fundo de vale no Jardim Schaffer, bairro Vista Alegre. Neste local, no final do século passado, existia uma leiteria famosa pertencente à família Schaffer. Na área compreendida pelo bosque encontram-se equipamentos relacionados à cultura germânica, homenagem à etnia



que se estabeleceu no município no século 19, a partir de 1833. A área da unidade possui 38.000 m² e foi implantada em 1996 (SMMA, 2009a). A vegetação secundária apresenta dominância de poucas espécies arbóreas. Estão presentes dois estratos arbóreos não contínuos, com baixa cobertura e variação de altura: o superior e o inferior. Em meio às espécies arbóreas e nas bordas do fragmento, são frequentes as trepadeiras lenhosas, que chegam a cobrir por completo a copa das árvores, interferindo na penetração de luz no interior florestal (Borgo, 2002). Com relação ao estrato herbáceo, ele é ralo e constituído por poucas espécies, ao contrário do arbustivo, que é mais denso. Com relação às epífitas, são pouco abundantes e estão representadas por um número reduzido de espécies. Há a presença da regeneração natural.

Bosque da Fazendinha: inaugurado em 1995, possui área de 72.851 m² e está localizado no bairro Fazendinha, na antiga chácara da família Klemtz, pioneira das indústrias de olarias da cidade de Curitiba. Na época, existiam poteiros para criação de vacas leiteiras e cavalos, além de um grande pomar. O bosque foi implantado preservando as edificações originais do local. Pinheiros e árvores centenárias somam-se às antigas edificações (SMMA, 2009a). A floresta do Bosque da Fazendinha apresenta poucas características da formação original, exibindo indivíduos isolados de grande porte sobre os quais se observa intenso epifitismo (Borgo, 2002). O sub-bosque, apesar de denso, é constituído por um número bastante reduzido de espécies herbáceas e arbustivas, predominando aquelas da regeneração e espécies arbóreas de pequeno porte, com pouca variação diamétrica. Por este motivo, a serapilheira é bastante evidente. São comuns, no interior e principalmente nas bordas da floresta, as espécies de trepadeiras.



Bosque do Capão da Imbuia: possui área de 42.417 m² e está localizado no bairro Capão da Imbuia. Foi implantado em 1981 e abrange as dependências do “Museu de História Natural Capão da Imbuia” onde são desenvolvidas pesquisas na área zoológica, abrangendo os diferentes grupos de animais. Neste local também são desenvolvidos programas de educação ambiental voltado ao público em geral e aos



estudantes (SMMA, 2009a). A floresta presente no bosque se caracteriza como secundária; é cortada por uma passarela de estrutura metálica por onde ocorre o acesso dos visitantes. As espécies arbóreas estão distribuídas em três estratos dominantes: o dossel - ocupado predominantemente pelas copas das araucárias, o estrato arbóreo superior e o inferior. A entrada de luz na floresta é moderada, aumentando nos pontos nos quais ocorrem as clareiras naturais, resultantes da queda de indivíduos senis dos estratos superiores, que

estão representados por árvores de grande porte. No sub-bosque ocorrem espécies herbáceas e arbustivas em grande densidade. As herbáceas, em grande parte da área, formam um estrato contínuo, recobrendo toda a superfície do solo (Borgo, 2002). Juntamente com as espécies herbáceas nativas estão presentes duas exóticas invasoras, frequentemente cultivadas como ornamentais: o beijinho (*Impatiens walleriana* - Balsaminaceae) e a guiné (*Petiveria alliacea* - Phytollacaceae).

Bosque do Jardim Botânico: O Jardim Botânico de Curitiba foi inaugurado 1991 e funciona como um centro de pesquisas da flora do Paraná. Contribui para a preservação e conservação da natureza, para a educação ambiental, na formação de espaços representativos da flora brasileira e ainda oferece alternativas de lazer para a população. Mais de 40% de sua área total, que é de 178.000 m², correspondem a um remanescente florestal, onde há presença de nascentes de água (SMMA, 2009a). Com relação a esta área, está representada por Floresta com Araucária alterada, com três principais estratos arbóreos: o dossel, que não é contínuo e onde se destacam copas de *Araucaria angustifolia*, o estrato arbóreo superior e o inferior. Em meio à floresta ocorrem algumas clareiras, parcialmente fechadas pelo intenso crescimento de trepadeiras lenhosas, também comuns nas bordas do fragmento. O sub-bosque é formado por um estrato herbáceo-arbustivo bastante ralo com a presença de espécies arbóreas em processo de regeneração natural. A serapilheira, nestas condições, é bastante evidente.



Bosque General Iberê de Mattos: conhecido até 1970 como "Tanque do Bacacheri", era na época local de recreação e de balneário. Possuía um lago, formado pelas águas do rio Bacacheri, utilizado para passeios de barco a remo. O assoreamento, posteriormente, levou ao esgotamento do lago e a sua desativação. Somente mais tarde, em 1988, quando a área já era declarada de utilidade pública,

o local foi reativado e inaugurado com o nome de Bosque General Iberê de Mattos, mais conhecido como Parque do Bacacheri. A unidade possui área de 152.000 m² e está localizada no bairro Bacacheri (SMMA, 2009a). O rio que atravessa o parque foi canalizado e não possui mais o seu curso natural por ter sido retificado. Com relação à cobertura vegetal, está representada por um maciço florestal com vegetação



nativa em estágio secundário (com continuidade sobre os imóveis vizinhos), e por jardins, que ocupam uma extensa planície, anteriormente representada pela área natural de inundação do rio Bacacheri (PMC/SMMA, 2009b). A área de floresta é constituída por dois estratos arbóreos e por um estrato

herbáceo-arbustivo, onde se encontram, além das espécies típicas do interior florestal, jovens de arbóreas em regeneração natural. Epífitas estão presentes em pequena abundância, concentradas nas árvores de maior porte. Além de trilhas secundárias no interior do fragmento florestal, também se observou a presença esparsa de espécies exóticas como o limão (*Citrus* sp. - Rutaceae) e a ameixa (*Eriobotrya japonica* - Rosaceae) e lixo de diferentes naturezas.

Bosque Gutierrez: criado em 1986, está situado no bairro Vista Alegre, região noroeste da cidade. Uma de suas principais atrações é uma fonte de água mineral capaz de fornecer até 1350 litros de água por hora. No bosque, além das trilhas, há um memorial chamado “Chico Mendes”, inaugurado em 1989, cujo nome representa uma homenagem ao líder seringueiro que foi morto no Acre em 1988 (SMMA, 2009a). O fragmento, de 23.400 m², está representado por um remanescente de floresta secundária



sobre terreno de relevo acidentado. O dossel não é contínuo e há a presença de dois estratos arbóreos, o superior e o inferior. Em meio às espécies arbóreas e nas bordas do fragmento, são muito comuns espécies de trepadeiras lenhosas, que crescem entremeadas às copas das árvores de maior porte (Borgo, 2002). O estrato

herbáceo-arbustivo é variável, mais fechado em alguns trechos e mais aberto em outros, com baixa riqueza de espécies; em determinados locais, é ocupado por espécies ornamentais como a íris (*Neomarica candida* - Iridaceae) e espécies rasteiras de Commelinaceae (*Tradescantia* sp., *Commelina* sp.). Há a presença da regeneração natural. Quanto ao epifitismo, é baixo de uma maneira geral, mais concentrado nas árvores mais velhas e de maior porte.

Bosque João Paulo II: inaugurado em 1980, possui 48.000 m² e está localizado no bairro Centro Cívico. O seu nome é uma homenagem ao Papa João Paulo II e à



colônia polonesa. No local, além das trilhas e do remanescente, encontram-se casas típicas polonesas, construídas por volta de 1878 com troncos de pinheiro encaixados. Burle Marx, na elaboração do projeto paisagístico da unidade, priorizou a preservação da floresta e indicou o plantio de novas mudas, entre elas as de pinheiros (*Araucaria angustifolia*) e de plátanos

(*Platanus orientalis*) (SMMA, 2009a). Interessante notar que, antes dos projetos para a criação do bosque, a área já havia passado por outros processos de alteração da sua cobertura original. Segundo Roseira (1990), quando ainda era propriedade particular, foi utilizada como curral para o gado. Ali ainda existiam as instalações de um matadouro. Em 1968, com a desapropriação para a implantação do Plano do Centro Cívico, foi declarada de utilidade pública. Em 1978 aconteceu a inauguração do “Bosque do Centro Cívico”, com a implantação dos caminhos que recortam atualmente a vegetação. Neste mesmo ano, o grupo de Pioneiras do Centro Israelita, em homenagem aos judeus mortos na 2^a Guerra Mundial, introduziu 264 mudas de árvores nativas e exóticas formando então o “Bosque Shalom”. Mais tarde, essa mesma área foi reinaugurada, após a canalização do rio



Belém e a construção de ciclovias, entre outras obras do Plano de Urbanização das Margens do rio Belém (Roseira, 1990). Atualmente, a floresta do Bosque é

constituída pelo dossel, onde se destacam copas de araucária, pelos estratos arbóreos superior (não contínuo) e inferior, e pelo estrato herbáceo-arbustivo. Dentre as árvores de maior porte, destacam-se, além das nativas, pela abundância, espécies exóticas invasoras, principalmente representadas pela uva-do-japão (*Hovenia dulcis* - Rhamnaceae) e pelo alfeneiro (*Ligustrum lucidum* - Oleaceaceae). Além destas, também estão presentes no sub-bosque herbáceas, arbustivas e jovens de arbóreas exóticas invasoras como o pau-incenso (*Pittosporum undulatum* - Pittosporaceae), a nêspera (*Eryobotria japonica* - Rosaceae), o beijinho (*Impatiens walleriana* - Balsaminaceae) e o lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium* - Zingiberaceae).

Bosque Reinhard Maack: A área pertenceu à família Hauer de 1860 a 1986, quando foi desapropriada. Mais tarde, no final de 1989, foi inaugurada como uma área de preservação ambiental (SMMA, 2009a), correspondendo até os dias de hoje



à única área protegida na região sul de Curitiba (Borgo, 2002). Possui área de 78.000 m² localizada no bairro Hauer, representada por um remanescente da vegetação original do município de Curitiba. A floresta está intercalada por pequenos trechos representados por estágios iniciais da sucessão

secundária, onde dominam bambus, e também por trechos sem indivíduos arbóreos dos estratos superiores (Borgo, 2002). Também são frequentes clareiras densamente ocupadas por trepadeiras lenhosas de grande porte, muitas vezes de difícil distinção das árvores. A floresta, de uma maneira geral, possui três estratos bem definidos: o dossel, ocupado pela araucária, o estrato arbóreo superior e o inferior. Além destes, também estão presentes os estratos herbáceo e o arbustivo, com elevada riqueza e abundância de espécies, principalmente de pteridófitas. Da mesma forma, são comuns as epífitas.



Parque Municipal da Barreirinha: localizado na região norte da cidade, no bairro Barreirinha, foi criado em 1959, mas transformado em parque e entregue à população apenas em 1972. Possui uma área de 275.380 m² (SMMA, 2009a). Além de locais para recreação, com árvores nativas e exóticas esparsas, vegetação rasteira com gramados e espécies ornamentais, também possui uma área florestal representada por vegetação secundária em estágio intermediário, com árvores de



baixa variação diamétrica. Na região, originalmente coberta por floresta com araucária, restam apenas alguns representantes de grande porte da formação (Borgo, 2002). Na área de vegetação secundária há distinção entre dois estratos arbóreos principais, sendo intensa a luminosidade que penetra no interior da

floresta, resultante da cobertura que é heterogênea, ora mais fechada, ora mais aberta. Ausência de dossel representado predominantemente pela copa de árvores de grande porte de araucária; sub-bosque aberto, com espécies herbáceas e arbustivas esparsas; e presença de espécies arbóreas em regeneração natural. Além das espécies nativas da floresta, são frequentes indivíduos jovens e adultos de pau-incenso (*Pittosporum undulatum* - Pittosporaceae) na composição da floresta, uma exótica invasora de origem australiana (Lorenzi et al., 2003).

Parque Municipal do Barigui: antiga sesmaria pertencente a Martins Mateus Leme, foi transformado em unidade de conservação municipal em 1972. Representou um dos principais parques brasileiros do início dos anos 1970, tendo influenciado na



ocasião a subsequente criação de alguns outros espaços similares por todo o país (Macedo & Sakata, 2003). Além de refúgio para animais, seus bosques ajudam a regular a qualidade do ar, enquanto o seu lago, com 230.000 m², ajuda a conter as enchentes do Rio Barigui, que antigamente eram comuns em alguns trechos da parte mais baixa de Curitiba.

O nome “Barigui” tem origem indígena e significa “rio do fruto espinhoso”, em alusão às pinhas das araucárias, ainda remanescentes na área. O parque está localizado em parte dos bairros Bigorriho, Mercês, Santo Inácio e Cascatinha e possui 1.400.000 m² (SMMA, 2009a). A vegetação florestal é representada pela floresta com araucária e se encontra em bom estado de conservação, apesar das diferentes formas de interferência antrópica observadas no local (Kozera *et al.*, 2006). Possui,



em geral, três estratos arbóreos dominantes: o dossel, ocupado pela copa das araucárias, o arbóreo superior e o arbóreo inferior. Abaixo destes, o sub-bosque é geralmente denso e constituído por diferentes espécies herbáceas e arbustivas. Entre as espécies presentes neste segmento da floresta, destacam-se as pteridófitas, que ocorrem com grande diversidade (Kozera *et al.*, 2006). Ao longo do fragmento, foram observados trechos florestais com variação estrutural, ora com cobertura arbórea e sub-bosque mais abertos, ora mais fechados, entre outras características. As epífitas estão presentes em todas as condições e se destacam pela abundância e riqueza. Destaca-se também que, da mesma forma como foi observado no Parque do Bacacheri, são evidentes os sinais atuais de interferência antrópica no ambiente. Além das inúmeras trilhas secundárias, abertas pelos visitantes dentro da floresta, são comuns lixos de diferentes naturezas.

Parque Municipal do Passaúna: inaugurado em 1991, possui 6.500.000 m² e está localizado no bairro Augusta, a 12 km do centro da cidade. Engloba áreas de preservação permanente, inseridas na Área de Proteção Ambiental do Passaúna, unidade de conservação instituída pelo Decreto Estadual 458 (Paraná, 1991), e áreas recreativas, utilizadas para diferentes atividades de lazer. O Parque, criado para preservar a qualidade da água da represa do rio Passaúna, tem como principal atração um mirante de 12 m de altura, situado no alto de um morro e à beira



da represa, a cerca de 60 m do nível do lago. No parque também há uma trilha com 3,5 km de extensão, localizada próxima das margens do lago e que percorre caminhos com pontes de madeira, recantos com churrasqueiras, ancoradouros para pescarias e áreas de acesso às antigas olarias (SMMA, 2009a). Com relação ao fragmento florestal em área pública, está localizado no morro do mirante e possui 2,82ha, em terreno de declividade mais acentuada. Caracteriza-se como vegetação secundária, com apenas dois estratos arbóreos (o superior e o inferior), sem ocorrência de dossel formado pelas araucárias. O estrato herbáceo-arbustivo também está presente, mas é ralo e representado por um número reduzido de espécies. Nas bordas do fragmento observam-se ainda trechos de vegetação em sucessão secundária inicial arbustivo-arbórea (capoeirinha), e agrupamentos de *Pinus* sp.

Parque Municipal dos Tropeiros: o parque foi criado em 1994 no bairro Cidade Industrial. O nome foi escolhido como forma de homenagear o ciclo dos tropeiros da história do Paraná. Condutores de gado, os tropeiros faziam a grande rota colonial entre a Feira de Sorocaba, em São Paulo, e os campos do sul, nos séculos XVIII e XIX. O parque possui área de 173.474 m² e equipamentos variados destinados a



promover eventos para campeonatos de rodeios e acampamentos (SMMA, 2009a). A vegetação está representada por pequenos fragmentos florestais e áreas recobertas por gramados com árvores exóticas e nativas isoladas. Os fragmentos estão sobre terrenos com declividade e em diferentes estágios sucessionais. Naquele onde foi desenvolvido o estudo, a floresta apresenta dois estratos arbóreos pouco distintos: um superior e outro inferior. A cobertura florestal é aberta, com clareiras intercaladas. São frequentes espécies trepadeiras, principalmente nas bordas. Além delas, podem ser observadas as herbáceas, que formam um estrato bastante denso, e algumas espécies arbustivas e da regeneração natural. Há a presença de muitas árvores com rebrotas a partir do nível do solo, indício da exploração no passado.

Parque Municipal Tanguá: situa-se dentro de um dos mananciais da região metropolitana de Curitiba, em uma área ainda não densamente povoada e de fundamental importância para o meio ambiente (PMC/SMMA, 2009a). Está localizado na área das antigas pedreiras da família Gava, junto ao rio Barigui e entre



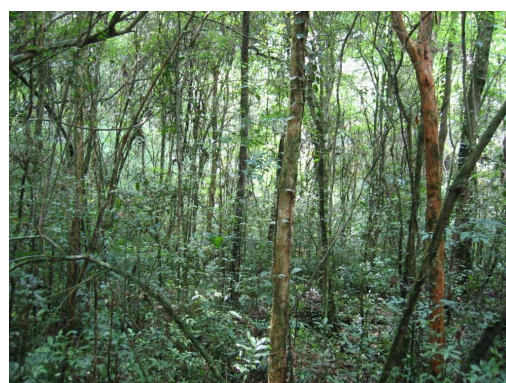
os municípios de Curitiba e Almirante Tamandaré. Foi inaugurado em novembro de 1996 para preservar a natureza local, que inicialmente havia sido destinada a abrigar uma usina de reciclagem de calça e de lixo industrial, e para garantir a preservação da bacia norte do rio Barigui, próximo à sua nascente em Almirante Tamandaré (SMMA,

2009a). Posteriormente, em 1998, dentro do Parque, foi inaugurado o “Jardim Poty Lazzarotto” que eterniza a memória do artista plástico curitibano. O Parque possui área de 235.000 m² caracterizada por obras paisagísticas como um paredão de rochas da antiga pedreira, um lago artificial, jardim com chafariz, ciclovias e pistas de caminhadas, entre outras benfeitorias (PMC/SMMA, 2009a). Quanto à vegetação, possui pequenos fragmentos de vegetação em diferentes estágios sucessionais. Foram observados trechos herbáceo-arbustivos e arbustivo-arbóreos, onde predominam vassourinhas e arvoretas de diferentes espécies; trechos florestais em estágio inicial da sucessão, destacando-se na fisionomia bracatingas (*Mimosa scabrella* - Mimosaceae); e outros trechos intermediários, mais desenvolvidos, onde foram realizados os levantamentos. Nesta área a floresta está estabelecida sobre terreno com declividade acentuada. São freqüentes afloramentos de rocha de tamanhos variados. A vegetação apresenta dois estratos arbóreos distintos, o superior e o inferior. O dossel não está presente, mas observam-se algumas araucárias de grande porte distribuídas de forma esparsa. Presença de estrato herbáceo-arbustivo ralo, com regeneração natural. No entorno do fragmento, são freqüentes espécies de trepadeiras. Também foram observadas algumas espécies exóticas de caráter invasor, como o beijinho (*Impatiens walleriana* - Balsaminaceae), limão (*Citrus* sp. - Rutaceae) e a nêspera (*Eriobotrya japonica* - Rosaceae).

Parque Municipal Tingui: possui área de 380.000 m², com pistas de caminhadas, paisagens de lagos, pontes e vegetação nativa ao longo de um trecho do rio Barigui no bairro São João. Faz parte de um projeto mais abrangente da Prefeitura de Curitiba que prevê a implantação de um parque linear em toda a extensão do rio Barigui, unindo-o aos parques Tanguá e Barigui (SMMA, 2009a). O nome “Tingui” foi atribuído como forma de homenagem ao povo indígena que primeiro habitou a região de Curitiba. Os tinguis eram índios combativos, hábeis na execução de armas e na confecção de utensílios de pedra. Segundo a lenda, o líder da tribo, o cacique Tindiquera, foi quem indicou aos colonizadores o local onde deveria ser instalada a Vila de Nossa Senhora da Luz dos Pinhais, hoje ocupado pela Praça Tiradentes. Com relação à vegetação nativa, duas diferentes tipologias florestais podem ser observadas no Parque: a floresta com araucária aluvial, situada num trecho às margens do rio Barigui, e a floresta com araucária montana, situada nas encostas dos morros presentes no local. Ambas as florestas estão representadas por pequenos fragmentos. Entre elas ocorrem ainda pequenos trechos de várzeas e vegetação herbáceo-arbustiva alterada, principalmente relacionada com as margens do rio. O levantamento foi realizado na floresta montana que apresenta dois estratos arbóreos distintos: o superior e o inferior. Apesar de presentes algumas araucárias de grande porte, estas não chegam a constituir dossel com cobertura contínua. Além destes estratos, podem ser observados ainda o estrato herbáceo-arbustivo e o da regeneração natural.



Parque Zoológico: inaugurado em 1982, representa um dos sete setores do Parque Iguaçu. Ocupa uma área de 5.300.000 m² e está entre os cinco mais conceituados zoológicos do Brasil, com acervo de aproximadamente 2800 espécimes, entre aves, mamíferos e répteis (SMMA, 2009b). Na área do Parque encontram-se vários fragmentos de floresta, alguns mais bem conservados, situados em áreas aluviais ou



nas encostas, e outros parcialmente descaracterizados pela abertura de trilhas ou instalação de benfeitorias para atender aos animais ali alojados. Dentre os mais conservados e localizados em áreas de encostas, dois fragmentos em especial foram utilizados para o levantamento das informações relacionadas ao carbono. Um dos fragmentos está localizado em área próxima ao acantonamento e o outro



corresponde ao maciço florestal localizado na região central do zoológico. Em ambos, a estrutura florestal é heterogênea. Em alguns trechos da floresta a cobertura é mais fechada, as árvores possuem maior porte, há a presença de araucárias compondo o dossel e o sub-bosque é denso, entre outras características.

Já em outros trechos, a vegetação possui diferente estrutura e fisionomia: é mais aberta, mais baixa, e composta por árvores com pequena variação diamétrica; o sub-bosque é mais ralo e as araucárias presentes na composição da vegetação parecem senis, apesar do reduzido diâmetro de tronco e da altura. Provavelmente, estas diferentes estruturas florestais, obviamente descritas de forma generalizada, representam o resultado de processos diferenciados de recuperação da vegetação anteriormente alterada. De uma maneira geral, as áreas amostradas possuem dois estratos arbóreos distintos: o superior e o inferior. O dossel, formado pela cobertura das copas das araucárias, está presente em determinados segmentos das florestas. Abaixo, encontram-se o estrato herbáceo-arbustivo, geralmente ralo, e espécies arbóreas em regeneração natural. Somente em árvores mais velhas, de maior porte, podem ser observadas epífitas em maior quantidade, principalmente bromélias-tanque, que ocorrem recobrando galhos e troncos.

3. 3 Inventário de carbono em floresta

O inventário de carbono nas áreas selecionadas resultou numa quantidade média de 168,25 t C/ha (Tabela 2), considerando todos os componentes avaliados. Desse total, 94% representam a biomassa arbórea (acima e abaixo do solo), e o restante se refere à necromassa (árvores mortas em pé e caídas). Áreas de vegetação herbácea e serapilheira não foram incluídas na amostragem, pois há dados secundários utilizados como padrão para tais situações.

Tabela 2: Quantidade de carbono encontrada por componente em maciços florestais da cidade de Curitiba.

Componente	Quantidade de carbono (t C/ha)
Biomassa acima do solo	131,03
Biomassa abaixo do solo	26,21
Árvores mortas em pé	4,91
Madeiras mortas caídas	6,10
Total (t C/ha)	168,25

Os valores ficam próximos daqueles encontrados por Watzlawick *et al.* (2002), em um trecho de floresta montana em estágio sucessional avançado em General Carneiro (centro-sul paranaense), com 189,6 t C/ha e das estimativas realizadas por Britez *et al.* (2006) para a Floresta Ombrófila Mista, onde o valor de biomassa acima do solo é de 123,99 t C/ha.

Esse valor médio refere-se à quantidade de carbono estimada nos maciços florestais das 15 UCs amostradas, e resulta num estoque total de 41.413 t C fixados nessas áreas. Mas se a estimativa é expandida para todos os maciços florestais do município, de acordo com os dados oficiais de área dos disponibilizados pelo Departamento de Geoprocessamento da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, e representados pelas categorias “Mata nativa com araucária” e “Mata nativa sem araucária”, o estoque é de 1.102.752 t C (Tabela 3), ou 4.036.073 t CO₂ equivalente.

As outras classes de cobertura que não foram contempladas nessa amostra podem ter suas estimativas de carbono pautadas em dados de literatura, sendo aqui utilizados os dados descritos por Watzlawick *et al.* (2002) e Britez *et al.* (2006). A Floresta Ombrófila Mista em estágio médio descrita pelos primeiros autores corresponde à “mata secundária em regeneração (capoeira)” na classificação adotada pela SMMA, o mesmo acontecendo com a Floresta Ombrófila Mista em estágio inicial, que se assemelha ao “bracatingal”. Já a Floresta Ombrófila Mista aluvial de Britez *et al.* (2006) compreende a “mata ciliar” da SMMA

Com base nesses estudos, é possível estimar um estoque total de 1.159.593 t C (4.251.880 t CO₂ equivalente). Cabe ressaltar que a quantidade de carbono poderá sofrer queda, uma vez que a SMMA está aprimorando os valores de cobertura das classes com a utilização de softwares mais precisos, e a tendência é que haja um maior detalhamento das áreas verdes, com a melhora da qualidade de mapeamento. E dados sobre biomassa de fragmentos florestais em áreas urbanas ainda não são conhecidos, o que impossibilita comparações das quantidades aqui obtidas.

A respeito da quantidade de carbono estimada, um comparativo pode ser feito com a frota de veículos de passeio de Curitiba⁷. Considerando que 65% dessa frota (estimada em 1.000.000 de carros), é movida a gasolina, e que estes automóveis emitem cerca de 4 t CO₂ anualmente (relativo ao consumo de combustível para 15.000 km percorridos nesse período), temos uma emissão anual de cerca de 2.600.000 t CO₂. Ou seja, nessas condições, o estoque de carbono contido nos maciços florestais de Curitiba (desconsiderando o incremento anual ocasionado pela dinâmica de crescimento/manutenção das florestas), corresponde às emissões de automóveis no município efetuadas durante 1 ano e 8 meses.

⁷ Dos combustíveis utilizados na frota nacional de veículos, o óleo diesel é o que emite maiores quantidades de CO₂ por litro. Em seguida figura a gasolina, que assim como o óleo diesel, é obtida de fontes não-renováveis. O etanol e o gás natural veicular (GNV), além de serem obtidos a partir de fontes renováveis de energia, emitem valores sensivelmente menores de CO₂ se comparados aos combustíveis de origem fóssil.

Tabela 3: Estoque de carbono em maciços florestais do município de Curitiba, de acordo com as classes estabelecidas pela SMMA (Miguez, 2001). Os valores de carbono para as duas primeiras categorias baseiam-se em dados de campo; para mata secundária e bracatingal em Watzlawick *et al.* (2002) e para floresta aluvial em Britez *et al.* (2006).

Classe (SMMA)	Descrição	Área (ha)	Biomassa (t C/ha) ³	Estoque de carbono (t C)
Mata nativa com araucária	Áreas com grande densidade de araucária, independentemente do tipo de sub-bosque (explorado, inexistente ou fechado)	5.462,1	168,3	919.271
Mata nativa sem araucária	Vegetação nativa constituída de árvores de grande porte, podendo conter alguns exemplares de araucária, desde que não em abundância e frequência significativas	1.092,1	168,3	183.800
Mata secundária em regeneração (capoeira)	Vegetação de porte inferior (principalmente em altura), ao do tipo mata nativa. Pode conter, porém, algumas poucas árvores de grande porte e/ou araucárias	269,1	97,8	26.318
Bracatingal	Área com grande densidade de bracatinga	229,5	56,3	12.921
Mata ciliar	Áreas que circundam rios e fundos de vale	213,9	80,8	17.283
	Total	7.266,8		1.159.593*

* o que resulta em **4.251.880 t CO₂** equivalente

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quantidade de carbono estocada nas UCs de Curitiba, referente à “mata nativa com e sem araucária” segundo classificação da SMMA, é semelhante a de florestas avançadas de outros estudos. No entanto, cabe ressaltar que as florestas

em ambientes urbanos podem ter características que abordam mais de um estágio sucessional, uma vez que geralmente estão representadas por fragmentos não muito extensos, sujeitos aos efeitos de borda e à interferência humana (principalmente relacionadas ao acesso do público nas áreas de floresta através de trilhas ou caminhos secundários).

Como a Prefeitura Municipal de Curitiba dispõe do registro histórico de mapeamento dessas unidades, novos estudos poderiam estabelecer a evolução de biomassa ao longo do tempo, podendo-se determinar taxas de incremento de carbono por período considerado.

Os estoques de carbono em solo nessas unidades também podem ser fonte de informação inédita. Estudos abordando carbono em solos indicam que esse componente contém em torno de 1,5 vezes a quantidade de carbono contida na biomassa vegetal. Trabalhos dessa natureza, no entanto, ainda carecem de informações devido, principalmente, ao alto custo de análise de solos.

Um aspecto bastante relevante dentro do contexto de conservação desses remanescentes de vegetação é que boa parte dos maciços florestais de Curitiba encontra-se em propriedades particulares, e que da manutenção dessas áreas dependem os estoques de carbono estimados. Os resultados obtidos nesse estudo podem servir como subsídio a estratégias de políticas públicas que incentivem os proprietários a protegerem essas áreas, e podem congrega esforços de mitigação das mudanças climáticas (propiciadas por esses remanescentes), de manutenção da biodiversidade (através dos programas BioCidade e Conbio), e de valoração dos serviços ambientais no meio urbano (qualidade da água e do solo, por exemplo). Esses esforços podem estar agregados a incentivos fiscais já existentes (desconto no IPTU, RPPNM) e outras formas de estímulo, como o apelo emocional da coletividade (que foge à questão econômica), como a implementação de ferramentas de reconhecimento público àqueles cidadãos que contribuam com a manutenção da qualidade de vida em Curitiba, pautada em conservação da natureza.

5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BERTOLO, L.S.; ROCHA, J.V.; YOUNG, A.F. 2005. **Evolução temporal do índice de vegetação da área urbana de Curitiba-PR**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril. INPE, p. 2051-2058. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.00.11/doc/2051.pdf>>. Acesso em: 31/01/2009.

BORGIO, M. 2002. **As comunidades de epífitos vasculares em fragmentos florestais no município de Curitiba, Paraná, BR**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 73p.

BRITEZ, R.M.; BORGIO, M. ; TIEPOLO, G. ; FERRETTI, A. R. ; CALMON, M. ; HIGA, R. 2006. **Estoque e incremento de carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na Floresta Atlântica do sul do Brasil**. 1ed. Colombo: EMBRAPA.

BROWN, S. 1997. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer**. Rome, Italy: FAO Forestry Paper 134.

CAIRNS, M.A., BROWN, S.; HELMER, E.H.; BAUMGARDNER, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. **Oecologia** **111**: 1-11

CAMPOS, C. P. 2001. **A conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e o mecanismo de desenvolvimento limpo no Protocolo de Quioto**. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico) - Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CASTELLA, P. R.; BRITEZ, R. M. 2004. **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná; Apoio: Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 236 p.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução n. 2, de 18 de março de 1994. Define formações vegetais primárias e estágios sucessionais de vegetação secundária, com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Paraná. **Diário Oficial da União**, n. 59, de 28 de março de 1994, p. 4513-4514.

FUPEF (FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ). 1987. **Mapeamento das áreas verdes do município de Curitiba - PR**. Curitiba: FUPEF. 40p.

IBDF (INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL). 1984. **Inventário florestal nacional, florestas nativas: PR/SC**. Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 309p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Séries Manuais Técnicos em geociências, n.1. Rio de Janeiro: IBGE.

JENNINGS, S.; NUSSBAUM, R.; JUDD, N.; EVANS, T. 2003. **Guia para florestas de alto valor de conservação**. 1. ed. Oxford, UK: ProForest. 75 p.

KOZERA, C.; DITTRICH, V.A.O.; SILVA, S.M. 2006. Composição florística da Floresta Ombrófila Mista Montana do Parque Municipal do Barigüi, Curitiba, PR. **Floresta**, 36 (1): 45-58.

LEITE, P.F. 1995. As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil - proposta de classificação. **Cadernos de Geociências**, 15: 73-16.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. 1990. Vegetação. In: **Geografia do Brasil: região sul**. v. 2, p.113-150. Rio de Janeiro: IBGE.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. de; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. 2003. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum. 368p.

MACDICKEN, K. 1997. **A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects**. Winrock International, 1611 N. Kent St., Suite 600, Arlington, VA 22209, USA.

MACEDO, S.S.; SAKATA, F.G. 2003. **Parques urbanos no Brasil**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. 208p.

MIGUEZ, L.A.L. 2001. **Mapeamento e monitoramento dos maciços vegetais do município de Curitiba - PR**. Monografia do curso de Especialização em Administração, Monitoramento e Controle da Qualidade de Vida Urbana do Instituto de Engenharia do Paraná (IEP) em Convênio com a Faculdade de Administração e Economia do Paraná (FESP). Curitiba. 36p.

PARANÁ. 1991. Decreto Estadual n. 458, de 05 de junho de 1991. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental localizada nos municípios de Almirante Tamandaré, Araucária, Campo Largo e Curitiba. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, n. 3526, Curitiba, PR, jun. 1991.

PEARSON, T.; WALKER, S; BROWN, S. 2005. **Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects**. BioCarbonFund and Winrock International, 2005. 57p. Disponível em: <http://www.winrock.org/ecosystems/files/Winrock-BioCarbon_Fund_Sourcebook-compressed.pdf>. Acesso em 02/02/2009.

PMC/SMMA (Prefeitura Municipal de Curitiba/Secretaria Municipal do Meio Ambiente). 2009a. **Plano de manejo do Parque Municipal Tanguá**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF). 36p. Disponível em:<

<http://www.curitiba.pr.gov.br/Secretaria.aspx?id=408&servico=26>>. Acesso em: 29/01/2009.

PMC/SMMA (Prefeitura Municipal de Curitiba/Secretaria Municipal do Meio Ambiente). 2009b. **Plano de manejo do Parque Natural Municipal de Lazer “General Iberê de Mattos” - Bacacheri**. Bio LÓGICA - Consultoria Ambiental e Serviços Ltda. 251p. Disponível em:

<<http://www.curitiba.pr.gov.br/Secretaria.aspx?id=408&servico=26>>. Acesso em: 29/01/2009.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues. 328 p.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F. 1999. **Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná**. Curitiba: s/l.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S. 1993. As Regiões Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Acta Forestalia Brasiliensis** 1: 1-6.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. 2002. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente** 24: 75-92.

ROSEIRA, D.S. 1990. **Composição florística e estrutura fitossociológica do Bosque com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze no Parque Estadual João Paulo II, Curitiba, Paraná**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 107f.

SENNA, D.C. 2002. **Estado actual de la informacion sobre arboles fuera del bosque**. In: Estado de la informacion Florestal en Brasil - Proyecto GCP/RLA/133/EC. Monografía de países, v.3, p.10-19. Santiago, Chile: FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura e la Alimentación). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/006/AD399S/AD399s04.htm>>. Acesso em: 01/02/2009.

SMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente). 2009a. **Parques e Bosques**. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/Secretaria.aspx?id=399&servico=26>>. Acesso em: 28/01/2009.

SMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente). 2009b. **Zoológico e Passeio Público**. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/Secretaria.aspx?id=406&servico=26>>. Acesso em: 28/01/2009

SMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente). 2009c. **Plano municipal de controle ambiental e desenvolvimento sustentável - diagnóstico III versão**. Curitiba: SMMA. Disponível em:

<http://www.curitiba.pr.gov.br/servicos/MeioAmbiente/PlanoAmbiental/DIAGNOSTICO_AMBIENTAL_DO_MUNICIPIO_DE_CURITIBA.pdf>. Acesso em: 29/01/2009.

SOCHER, L.G.; RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F. 2008. Biomassa aérea de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária (PR). **Floresta** **38** (2): 245-252.

SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental). 2004. **Manual de procedimentos padrões de operações para o monitoramento de carbono do projeto piloto de restauração em Antonina, Reserva Natural Morro da Mina - PPRA/PPO**. Documento interno. SPVS.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERETTI, A.R. 2002. Measuring and monitoring carbon Stocks at the Guaraqueçaba climate action project, Paraná, Brazil. In: **International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring**. Taiwan Forestry Research Institute, Extension Serie 153: 98-115.

UNFCCC (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE). 2008. **Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF)**. Disponível em: <http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/1084.php>. Acesso em: 27/08/2008

UNILIVRE (UNIVERSIDADE LIVRE DO MEIO AMBIENTE) / SMMA (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE). 1997. **Cidade, homem e natureza: uma história das políticas ambientais de Curitiba**. Curitiba: Unilivre. 142p.

UNITED NATIONS. 2007. **Kyoto protocol reference manual on accounting of emissions and assigned amounts**. Bonn: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) secretariat. 105 p. Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/3145.php>. Acesso em: 23/01/2009.

VIEIRA, C.H.S.D.; BIONDI, D. 2008. Análise da dinâmica da cobertura vegetal de Curitiba, PR (de 1986 a 2004), utilizando imagens landsat TM. **Revista Árvore**, 32 (3): 479-487.

WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F.; SANQUETTA, C.R.; SCHUMACHER, M.V. 2002. **Fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios de regeneração**. In: SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M.A.B.; GOMES, F.S. As florestas e o carbono. Curitiba 2002. p.153-173.

Anexo 1

Unidades de conservação utilizadas na seleção de amostras para os estudos de levantamento de carbono (s/i - sem informação). Fonte: SMMA

Unidade de Conservação	Maciço florestal (ha)
Bosque Alemão	2,35
Bosque da Boa Vista	1,15
Bosque da Fazendinha	4,95
Bosque da Vista Alegre	7,81
Bosque Diadema	3,69
Bosque do Capão da Imbuia	3,79
Bosque do Jardim Botânico	6,81
Bosque do Pilarzinho	1,25
Bosque do Trabalhador	9,26
Bosque General Iberê Matos	2,87
Bosque Gutierrez	2,34
Bosque Italiano	0,62
Bosque João Paulo II	4,15
Bosque Portugal	1,48
Bosque Reinhard Maack	9,00
Bosque São Nicolau	1,20
Bosque Zaninelli	2,69
Parque Lagoa Azul	s/i
Parque Municipal Caiuá	s/i
Parque Municipal Cambuí	2,22
Parque Municipal Clementina	1,77
Parque Municipal da Barreirinha	11,77
Parque Municipal das Nascentes de Belém	0,36
Parque Municipal das Pedreiras	4,71
Parque Municipal do Atuba	2,20
Parque Municipal do Barigüi	57,68
Parque Municipal do Iguaçu	112,93
Parque Municipal do Passaúna	2,82
Parque Municipal dos Tropeiros	6,11
Parque Municipal São Lourenço	8,79
Parque Municipal Tanguá	7,59
Parque Municipal Tingui	10,98
Passeio Público	4,92

Anexo 2

Parcelas georreferenciadas, instaladas em unidades de conservação do município de Curitiba, PR.

Unidade de Conservação	Código	Coordenada UTM (22J)	
1. Bosque Alemão	M-01 Alemão	0672169	7188318
2. Bosque da Fazendinha	M-01 Fazen	0668608	7181414
	M-02 Fazen	0668694	7181398
3. Bosque do Capão da Imbuia	M-01 Capão	0678987	7185610
	M-02 Capão	0679179	7185651
4. Bosque do Jardim Botânico	M-01 Botânico	0677247	7184961
	M-02 Botânico	0677288	7184946
	M-03 Botânico	0677318	7184977
	M-04 Botânico	0677316	7184896
5. Bosque Gal. Iberê de Matos	M-01 Bacacheri	0677884	7190973
6. Bosque Gutierrez	M-01 Gutierrez	0672169	7188318
7. Bosque João Paulo II	M-01 João Paulo	0674108	7188589
	M-02 João Paulo	0674108	7188664
8. Bosque Reinhard Maack	M-01 Maack	0674780	7179615
	M-02 Maack	0674710	7179669
	M-03 Maack	0674761	7179701
	M-04 Maack	0674827	7179763
9. Parque Municipal da Barreirinha	M-01 Barre	0675246	7193953
	M-02 Barre	0675335	7193910
	M-03 Barre	0675211	7194029
10. Parque Municipal do Barigui	M-01 Barig	0670446	7187869
	M-02 Barig	0676459	7187839
	M-03 Barig	0670470	7187828
	M-04 Barig	0670527	7187846
	M-05 Barig	0670519	7187901
	M-06 Barig	0670566	7187638
	M-07 Barig	0670564	7187639
11. Parque Municipal do Passaúna	M-01 Passaúna	0663013	7181388
12. Parque Municipal dos Tropeiros	M-01 Tropeiros	0665558	7179284
13. Parque Municipal Tanguá	M-01 Tanguá	0672793	7192207
14. Parque Municipal Tingui	M-01 Tingui	0670560	7189750

Anexo 2: cont.

Unidade de Conservação	Código	Coordenada UTM (22J)	
15. Parque Zoológico	M-01 Zoo	0677327	7172323
	M-02 Zoo	0677303	7172287
	M-03 Zoo	0677271	7172265
	M-04 Zoo	0677276	7172148
	M-05 Zoo	0677353	7172169
	M-06 Zoo	0677387	7172199
	M-07 Zoo	0677403	7172193
	M-08 Zoo	0677391	7172171

Nota: as informações apresentadas foram obtidas com os trabalhos de campo