



PROJETO DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO AMBIENTE URBANO

QUANTIFICAÇÃO DO ESTOQUE DE CARBONO NAS RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL MUNICIPAIS – RPPNMs DE CURITIBA

TERMO DE COLABORAÇÃO Nº 23.319 DE 2018

Proponente:

Instituto de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental – SPVS

CNPJ: 78.696.242/0001-59

Rua Victório Viezzer, 651 – Vista Alegre, Curitiba, Paraná.

(41) 3094-4600

spvs@spvs.org.br

Curitiba, julho de 2020.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
O Estoque de Carbono e as Áreas Naturais em Centros Urbanos	4
Avaliação dos estoques de Carbono nas Áreas Naturais de Curitiba	4
As Áreas Naturais Particulares de Curitiba.....	5
2 OBJETIVOS.....	6
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
<i>Metodologia para levantamento da biomassa vegetal</i>	8
Fórmulas utilizadas	11
4 RESULTADOS.....	12
4.1. Estoque de carbono nas RPPNM	13
REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

Mais da metade da humanidade, hoje estimada em 7 bilhões de pessoas, vive em cidades. Essa concentração, juntamente com o crescimento populacional, deve aumentar nas próximas décadas. O Brasil segue essa tendência: é um dos países mais urbanizados da América Latina, com 86,53% de sua população morando em áreas urbanas.

As cidades têm se mobilizado cada vez mais para enfrentar as mudanças climáticas por compreenderem que proporcionar um futuro mais seguro do ponto de vista do clima é garantir mais saúde, mais ar puro, mais oportunidades econômicas e sociais, mais áreas verdes e mais bem-estar para seus cidadãos. A busca por cidades resilientes, que tem capacidade de resistir, absorver ou se recuperar de forma eficiente dos efeitos de um desastre, seja ele qual for, é cada vez maior.

Em paralelo aos esforços de mitigação e adaptação necessários para conter o avanço do aquecimento global e das mudanças climáticas, é preciso agir e reagir aos efeitos que já são irreversíveis e se fazem sentir nas cidades. É o caso, por exemplo, do aumento das ocorrências de enchentes, deslizamentos de terra, ameaça a estradas e distúrbios no abastecimento de alimentos e água.

A cidade precisa se ajustar a essa nova realidade, pois é inevitável conviver com esses impactos. A adaptação às mudanças do clima deve ser prioridade na agenda dos planejamentos municipais. O investimento em infraestrutura natural já é reconhecido como uma das melhores formas de se mitigar os impactos decorrentes das mudanças climáticas e garantir ganhos econômicos e sociais de médio e longo prazo.

Um princípio estratégico para se adequar à nova realidade climática é fomentar medidas de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) no âmbito local. Conforme o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), o conceito AbE se refere à gestão, conservação e recuperação de ecossistemas, a fim de fornecer serviços ecossistêmicos que permitam à sociedade se adaptar aos impactos da mudança do clima e neste contexto, as áreas naturais em ambientes urbanos possuem grande relevância.

O Estoque de Carbono e as Áreas Naturais em Centros Urbanos

Com as recentes abordagens retratando os problemas ocasionados pelas mudanças do clima, e da necessidade de entendimento do papel das áreas naturais como provedoras de serviços ecossistêmicos e como estrutura natural para aumentar a resiliência das cidades aos eventos climáticos extremos, houve um crescente interesse pela definição das quantidades de carbono contidas nas florestas naturais, consideradas importantes reservatórios desse elemento nos ecossistemas terrestres (UNFCCC, 2008; Campos, 2001, Pearson et al., 2005).

Em uma floresta, o sequestro de carbono em biomassa aérea e pelo solo é um dos principais serviços ecossistêmicos providos pelas florestas. Como o carbono tem relação direta com a biomassa das plantas, os trabalhos buscando estabelecer tanto as quantias de carbono acumulado como as taxas de assimilação desse elemento pelos diferentes sistemas naturais se intensificaram nos últimos anos.

Nos centros urbanos, os remanescentes florestais, distribuídos principalmente em parques, bosques públicos, bosques particulares, praças e arborização viária representam um elemento paisagístico marcante no ambiente, estando associado não só ao prazer visual, mas também ao conforto e manutenção de qualidade de vida dentro das cidades. Como qualquer outra planta, elas armazenam o carbono oriundo do processo fotossintético em suas estruturas (raízes, troncos, galhos e folhas), e contribuem na absorção de gases do efeito estufa, tidos como os principais causadores das mudanças climáticas na atualidade.

Assim, a estimativa do carbono acumulado por essas árvores é mais um instrumento que pode auxiliar na definição de estratégias locais de ações contra o aquecimento global, juntamente com outras iniciativas desenvolvidas pelo município.

Avaliação dos estoques de Carbono nas Áreas Naturais de Curitiba

A Prefeitura Municipal de Curitiba, por meio do Decreto nº 498/2016 e do Plano Municipal de Resiliência, Mitigação e Adaptação as Mudanças Climáticas, elaborado em 2019, prevê a atualização periódica do inventário das fontes de absorção (sumidouros) de gases do efeito estufa no município, com ênfases nas florestas



municipais, como umas das ações estratégicas para minimização dos efeitos das mudanças climáticas.

Os levantamentos efetuados em 2008 e finalizado em 2009 nos maciços florestais presentes em 14 parques da cidade de Curitiba (SPVS, 2009) representou uma situação ímpar se comparada à outras cidades brasileiras. Os resultados alcançados traçaram uma projeção do estoque de carbono em áreas naturais para o município, fato inédito no Brasil. Como perspectiva de se buscar o entendimento da dinâmica do incremento de carbono, novas medições foram planejadas em intervalos periódicos.

No final de 2018, a Prefeitura Municipal de Curitiba por meio da SPVS realizou uma nova quantificação do incremento de carbono das áreas nativas de Curitiba, nos mesmo locais e parcelas mensurados em 2009 e 2011. Os resultados da reavaliação trouxeram como resultado uma perda média do estoque de carbono em 32,85 tC/ha, sendo que mais da metade das parcelas analisadas apresentou perda significativa. Constatou-se que provavelmente esta diminuição está relacionada a perda de qualidade ambiental dos remanescentes florestais urbanos, especialmente por conta da fragmentação, perda de dispersores, falta de manejo adequado e da contaminação por espécies exóticas invasoras.

As Áreas Naturais Particulares de Curitiba

A maior parte dos remanescentes florestais existentes em Curitiba (aproximadamente 75%), está situada em propriedades particulares, demonstrando que a participação da população é fundamental para uma efetiva conservação dos serviços ecossistêmicos em Curitiba. Ocorre que as áreas verdes urbanas, principalmente as privadas, muitas vezes não são valorizadas pelo poder público, tampouco pela coletividade. Em diversos casos, essas áreas são consideradas como ônus ao invés de serem tidas como bônus para os proprietários e titulares de espaços ainda preservados com vegetação nativa, que desconhecem os benefícios e estímulos existentes na legislação urbanística e ambiental.

No entanto, o Município de Curitiba vem executando políticas municipais, mecanismos legais e fiscais com o intuito de conservar as áreas verdes privadas.



Neste cenário, insere-se o incentivo a criação das Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal – RPPNM e o estímulo a transferência do potencial construtivo.

Prevista no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei nº 9.985/2000), a Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN, é uma Unidade de Conservação privada, com o objetivo de conservar a diversidade biológica, na qual podem ser desenvolvidas atividades de ecoturismo, educação ambiental e pesquisa científica. Uma RPPN pode ser criada somente em área privada, por ato voluntário do proprietário em que decide constituir sua propriedade, ou parte dela, em uma Unidade de Conservação em caráter perpétuo, sem que isso ocasione perda do direito de propriedade.

O município de Curitiba instituiu a Reserva Particular do Patrimônio Natural Municipal – RPPNM, categoria de Unidade de Conservação de propriedade privada, com o objetivo de conservar a diversidade biológica nas propriedades particulares urbanas cobertas por vegetação em um bom estado de conservação. A cidade foi pioneira ao incluir em sua legislação municipal a criação de RPPNM em prol da conservação da biodiversidade urbana por meio da Lei aprovada em 2006 e reformulada em 2011. Atualmente a cidade conta com 34 RPPNM criadas, totalizando mais de 39 hectares de floresta protegida.

Buscando aumentar o conhecimento sobre este tema e considerando a importância das áreas naturais particulares para absorção de carbono, especialmente aquelas instituídas como unidade de conservação e, considerando as perdas no incremento de carbono encontrada nas áreas públicas, foi realizada a mensuração dos estoques deste elemento, proporcionadas pelas RPPNM.

2 OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo quantificar o estoque de carbono em Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal – RPPNM de Curitiba.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliadas 39 parcelas amostrais permanentes, com formato circular e 10 m de raio (314 m² cada, 12.246 m² ao total), alocadas e georreferenciadas, em 20 RPPNM, conforme a Tabela 1 e mapas constantes no Anexo 1.

Tabela 1 - Coordenadas das 39 parcelas amostrais permanentes das Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal de Curitiba.

RPPNM	Código da parcela	Coordenada UTM (WGS 84)		Cota altimétrica (m.s.n.m.)
		Latitude	Longitude	
Airumã	Airu1	669162.22	7191127.20	980
	Airu2	669129.02	7191112.44	987
	Airu3	669098.85	7191177.74	959
	Airu4	669141.50	7191184.41	992
	Airu5	669166.41	7191084.72	952
Caxinguelê	Caxi1	668194.22	7188307.43	956
	Caxi2	668245.41	7188313.22	973
Barigui	Bari1	669416.27	7186704.77	913
Bosque da Coruja	Bosq1	673299.67	7190167.94	942
Cedro-rosa	Cedr1	666999.72	7184095.69	946
	Cedr2	666996.67	7184157.21	938
Erva-mate	Erva1	666961.89	7184126.62	951
Cascatinha	Casc1	668223.52	7190253.17	894
Refúgio do Jacu	Jacu1	673216.48	7194045.14	936
Umbará	Umba1	673133.19	7171507.18	939
Agenor Maccari	Agen1	674865.89	7172230.40	979
Bacacheri	Baca1	678267.00	7190891.65	941
	Baca2	678213.20	7190826.22	936
Canela	Cane1	666886.29	7184137.65	906
Guabiroba	Guab1	666844.39	7184165.75	955
	Mant1	676163.49	7192883.18	960
Vô Mantino e Amélia	Mant2	676127.27	7192838.34	985
	Mant3	676036.06	7192798.10	977
Vó Iracema	Irac1	676109.00	7192734.44	992
	Irac2	676211.74	7192839.67	943

Geronasso	Gero1	675609.90	7193006.52	943
	Gero2	675558.31	7193063.70	920
	Gero3	675765.20	7193036.18	928
	Gero4	675667.51	7193032.36	946
	Gero5	675698.85	7193158.58	909
	Gero6	675665.58	7193077.36	942

Alfred Willer	Alfr1	673906.15	7193970.99	955

Josefina P. Marcon	Jose1	674831.90	7172228.85	920

Luiz Miqueleto	Luiz1	674204.23	7169939.76	963

Name	Name1	670382.69	7191243.62	987
	Name2	670422.43	7191195.48	913
	Name3	670416.47	7191320.52	952
	Name4	670445.13	7191287.47	987
	Name5	670454.62	7191257.55	938

Metodologia para levantamento da biomassa vegetal

Para o levantamento do incremento de carbono nas RPPNM escolhidas, foi utilizado o método não destrutivo (MacDicken, 1997), baseado na relação entre as dimensões das diferentes partes de uma planta e a sua biomassa, e procedimentos descritos por Tiepolo *et al.* (2002) e SPVS (2004), com algumas adaptações.

Na presente análise, as 39 parcelas amostradas foram escolhidas de forma aleatória no interior da RPPNMs, preferencialmente afastado de locais de acesso de pessoas. Foi instalado um marco com tubo de PVC no centro de cada parcela na localização geográfica indicada. As unidades amostrais utilizadas apresentaram formato circular, com 10m de raio (314m² cada), espacializadas por meio da utilização de duas cordas com 20m orientadas para os quatro pontos cardeais (Figura 1).

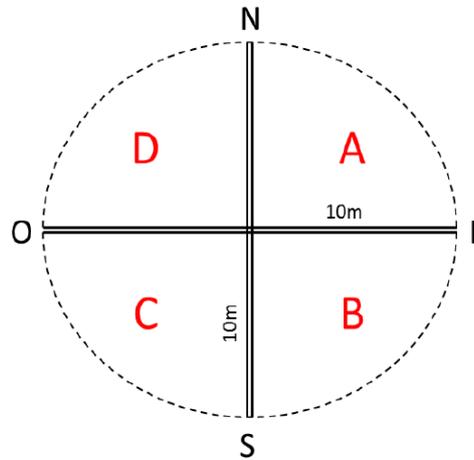


Figura 1: Espacialização da unidade amostral de acordo com os pontos cardeais e distribuição dos quadrantes A, B, C e D.

Todas as árvores e palmeiras com perímetro a altura do peito (PAP) maior ou igual a 15cm foram demarcadas com plaquetas de alumínio ou PVC com a utilização de prego e martelo, sendo as placas numeradas fixadas na maior altura possível. A distância de cada indivíduo ao centro da parcela foi tomada com auxílio de trenas.

Para facilitar a posterior identificação dos indivíduos, todas as placas foram fixadas voltadas para o centro da parcela. Adotou-se o mesmo método de caminhamento para medição das espécies do fim ao centro da parcela, por quadrante (Figura 2).

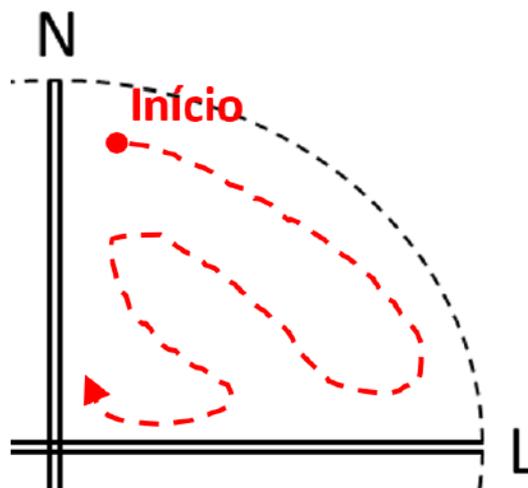


Figura 2: Sequência do caminhamento realizado por quadrante.

A mensuração das árvores seguiu adotando-se as seguintes recomendações:

- a) Todas as árvores foram medidas a 1,3m do solo (POM – ponto ótimo para medida);
- b) Em árvores inclinadas, o diâmetro mensurado seguiu à inclinação do indivíduo;
- c) Quando em terrenos inclinados, a medição do diâmetro foi feita a partir da parte mais alta do terreno;
- d) Nos casos onde a árvore e o terreno se encontravam inclinados, a mensuração do diâmetro foi feita a partir da parte mais alta, acompanhando a inclinação da árvore (Figura 3).

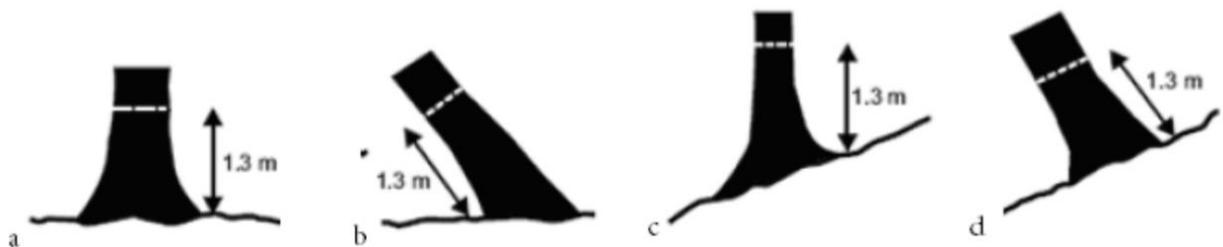


Figura 3: Metodologia para mensuração de árvores com o terreno inclinado: Fonte: SPVS 2019.

Nos casos onde as árvores apresentaram injúrias ou nódulos a 1,3m, a mensuração do diâmetro foi feita acima do defeito. Para árvores com bifurcações a 1,3m, o diâmetro foi tomado 20cm abaixo da bifurcação, enquanto que, quando a bifurcação se encontrava abaixo de 1,3m cada ramo foi medido separadamente, conforme preconizado na Figura 4.

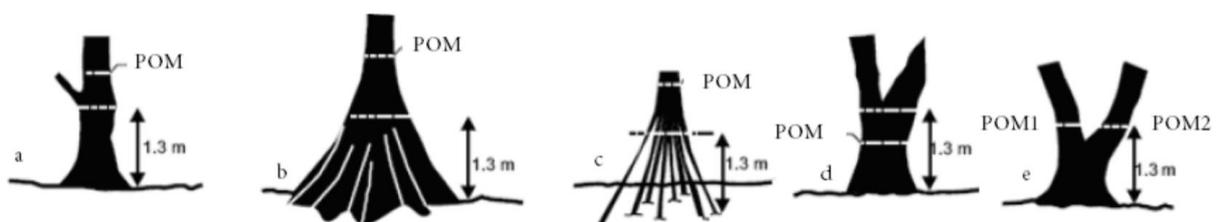


Figura 4: Metodologia para mensuração de árvores defeituosas ou bifurcadas. Fonte: SPVS, 2019.

Palmeiras e xaxins tiveram somente a altura estimada pelo comprimento total do estipe e a distância até o centro da parcela.

Árvores mortas em pé tiveram seus diâmetros medidos a 1,3m e na altura do solo, sendo estimado o perímetro do topo e altura. Cada indivíduo foi avaliado quanto a sua proporção e densidade, seguido as seguintes classes:

- 0 – árvores mortas que possuem apenas o tronco;
- 1 – árvores mortas com troncos e galhos grandes;
- 2 – árvores mortas com troncos e galhos pequenos;
- 3 – árvores mortas ainda com folhas.

Densidade:

- Bom – material vegetal sem sinal de decomposição;
- Médio – material vegetal em categoria intermediária de decomposição;
- Podre – material vegetal em elevado estado de decomposição.

Para estimar a necromassa relacionada aos restos vegetais já caídos no chão, adotou-se a amostragem por transecto, sendo medidos todos os troncos e galhos com perímetro superiores a 6,3cm que interceptaram as cordas de delimitação dos quadrantes, sendo os materiais avaliados de acordo com a densidade nas seguintes classes:

- Bom – material vegetal sem sinal de decomposição;
- Médio – material vegetal em categoria intermediária de decomposição;
- Podre – material vegetal em elevado estado de decomposição.

Fórmulas utilizadas

Para o cálculo da biomassa aérea, nas áreas naturais em RPPNM, foram aplicadas três diferentes equações baseadas em estudos realizados em florestas tropicais (Tabela 2), sendo aplicada a razão de 0,45 para o componente carbono em relação a biomassa aérea e para o cálculo da biomassa abaixo do solo (de raízes) foi aplicada a razão de 0,2 sobre o valor de biomassa aérea, seguindo estimativas mais conservadoras (Cairns et al., 1997).

Tabela 2 - Equações utilizadas na estimativa da biomassa vegetal aérea

Categoria	Equação	R ²	Referências
Arbóreas	$Y=21,297-6,953(DAP)+0,74(DAP^2)$	0,91	Brown, 1997
Palmeiras	$Y=0,3999+7.907*altura$	0,75	Brown, <i>et al</i> , 2000
Xaxins	$Y=(1563,547*EXP(0,310478*altura))/1000$	0,93	Tiepolo <i>et al</i> ., 2002

A equação elaborada por Brown (1997) para vegetação florestal de zonas úmidas, com médias de precipitações entre 1.500 mm a 4.000 mm reflete de maneira mais correta os estoques de Carbono da região de Curitiba, cuja precipitação média anual fica em torno de 1.500 mm (IAPAR, 2019).

Seguindo o padrão adotado nas medições de florestas nativas (item 3.1), foi utilizada uma proporção de 45% de carbono em relação à biomassa e 20% de carbono contido nas raízes em relação à biomassa acima do solo.

4 RESULTADOS

O levantamento de 39 parcelas permanentes resultou na marcação de 2276 indivíduos arbóreos (incluindo 25 cipós), 39 araucárias (*Araucaria angustifolia*), 4 palmeiras, 36 xaxins arborescentes, 222 indivíduos mortos em pé e 204 estruturas categorizados como madeira morta caída.

O número mínimo e máximo de indivíduos arbóreos levantados em uma parcela foi de 23 e 97, sendo 58 indivíduos a média de todas as parcelas. As médias de PAP e altura dos indivíduos no levantamento global são de 40,84 cm e 9,9 m. Quanto ao número geral de morfoespécies determinadas até o momento foram 181 morfoespécies, sendo as parcelas Name2, Name3 (RPPNM Name) e Agen1 (RPPNM Agenor Maccari) as com menor diversidade (12 morfoespécies) e a Guab1 (RPPNM Guabiroba) com a maior diversidade (32 morfoespécies).

4.1. Estoque de carbono nas RPPNM

O inventário atualizado do estoque de carbono nas áreas amostradas resultou em uma quantidade média de 147,59 (\pm 52,50) toneladas de Carbono por hectare (Tabela 3). Considerando que esta é a primeira mensuração, não podemos comparar se houve ou não aumento nos estoques ao longo dos anos. Sendo assim, o resultado apresentado passa a ser o valor de referência para futuras análises.

Se comparamos com os resultados das Unidades de Conservação (UC) municipal, que passaram pelo mesmo método de amostragem e esforço de coleta de dados, as RPPNM estocam proporcionalmente um volume superior de Carbono na ordem de 6,34 toneladas por hectare. Vale ressaltar que a última avaliação nas UCs municipais, realizada em 2019, indicou que as áreas públicas sofreram uma perda dos estoques de Carbono, conforme relatório entregue à SMMA.

Tabela 3 - Média da quantidade de carbono estimada por componente nas áreas mensuradas nas RPPNM

Componente	Carbono RPPNM 2020 (tC.ha)
Árvores (acima do solo)	114,03 (\pm 43,39)
Raízes	22,81 (\pm 8,68,)
Palmeiras e Xaxins	0,47 (\pm 1,18)
Árvores mortas em pé	1,56 (\pm 2,49)
Árvores mortas caídas	8,73 (\pm 13,56)
Carbono total	147,59 (\pm 52,50)

Este maior estoque se comparado às UCs municipais pode estar correlacionado com alguns fatores. Considerando que estas eram áreas particulares com diversos graus de conservação e formas de manejo, a transformação em RPPNM e constituição de um plano de manejo, aliada à obrigatoriedade de se cumprir as ações previstas, faz com que a qualidade da vegetação e conseqüentemente dos serviços ecossistêmicos prestados seja melhorado. Além disto, algumas RPPNM possuem residência dos proprietários no local, fato que associado ao perfil conservacionista de muitos deles, faz com que a área tenha um cuidado maior. E este cuidado, reflete-se diretamente na qualidade ambiental destes locais e conseqüentemente na absorção dos gases de efeito estufa.

Das 34 RPPNM existentes em Curitiba, metade delas (17) foram criadas nos últimos quatro anos, estando a pouco tempo submetidas a este regime de conservação e suas condicionantes. Considerando este fator, acredita-se que os estoques de Carbono destas áreas estão em uma ascendente, pois eram áreas que sofriam impactos diversos (retirada de sub-bosque, depósito inadequado de resíduos, espécies exóticas invasoras, falta de cercamento) e com a criação da UC, passam a ter manejo diferenciado. Já as áreas naturais localizadas nas Unidades de Conservação municipais, carecem de ações de manejo adequado conforme mencionado em relatório específico e com isso, vem perdendo os estoques de Carbono.

No entanto, essa necessidade de manejo nas RPPNM é constante e deve ser reforçado junto aos proprietários. Foi verificado em campo que algumas destas RPPNM também estão sofrendo com contaminação biológica, que pode afetar diretamente os estoques de carbono. Como exemplo, pode se citar a RPPNM Bacacheri, na qual dos 56 indivíduos mensurados, 17 (21,4%) correspondem a espécimes de *Hovenia dulcis* (uva-japão), além de haver diversos regenerantes de diferentes espécies invasoras, com destaque para *Hedychium coronarium* (lírio-do-brejo) e *Eriobotrya japonica* (nêspera). O mesmo ocorre na RPPNM Geronasso, uma das maiores de Curitiba, onde não se verificou nas parcelas grande número de exóticas invasoras, porém havia grande número de indivíduos de *Eriobotrya japonica* (nêspera) regenerando no sub-bosque.

O potencial das espécies exóticas invasoras de modificar sistemas naturais é altamente relevante, sendo considerado como a segunda maior ameaça à biodiversidade. As plantas invasoras podem produzir alterações em propriedades ecológicas essenciais aos ecossistemas, tais como ciclagem de nutrientes e produtividade vegetal, cadeias tróficas, estrutura, dominância, distribuição e funções de espécies em um ecossistema, distribuição de biomassa, densidade de espécies, porte da vegetação, índice de área foliar, queda de serapilheira, taxas de decomposição, processos evolutivos e relação entre polinizadores e plantas (Ziller, 2000). Neste sentido, geram um impacto evidentes, com perda de biodiversidade expressiva e consequente perda do estoque de carbono ao longo do tempo.

Assim como realizado na avaliação do incremento de carbono das Unidades de Conservação em Curitiba, os indivíduos de *Araucaria angustifolia* presentes nas parcelas de mensuração foram considerados de forma independente, pois a representatividade do estoque de carbono destes, destoa dos demais componentes avaliados. Este fato ocorre devido as araucárias serem mais antigas do que a sucessão média-avançada das florestas existentes em Curitiba. Elas representam os elementos climáticos que não são mais encontrados nos remanescentes florestais secundários, além de não estarem presentes em todos os parques analisados.

Foram mensurados 36 indivíduos de araucária em parcelas localizadas em nove das RPPNM amostradas (Tabela 4). Estimou-se a capacidade de estoque de Carbono destas, como sendo de 39,66 tC/ind. Isto demonstra que estas grandes árvores possuem uma capacidade individual de absorção de Carbono muito superior se comparado a outros elementos. Como exemplo, podemos citar o valor encontrado na RPPNM Bacacheri, onde um único indivíduo de Araucária mensurado tem a capacidade estimada de estoque de Carbono de 2,36 tC/ind.

Tabela 4 – Mensuração de Carbono dos Indivíduos de Araucaria angustifolia mensurados nas RPPNM amostradas

RPPNM	Número de Araucárias mensuradas nas parcelas	tC contidos nas Araucárias mensuradas
Airumã	7	6,95
Cascatinha	1	0,80
Refúgio do Jacu	4	0,01
Agenor Maccari	1	0,80
Bacacheri	1	2,36
Vô Mantino e Vó Amélia	4	5,93
Vó Iracema	7	5,69
Josefina Marcon	1	0,59
Name	10	14,12
Total	36	39,66

No caso das RPPNM, não cabe avaliar os valores absolutos de Carbono para comparação com outras UCs de proteção integral ou com forma de manejo similar, pois estas ainda correspondem a uma área ínfima de todos os remanescentes naturais existentes em Curitiba. São apenas 39 hectares de RPPNM contrapondo cerca de 786 hectares de Unidades de Conservação municipais.

Neste caso, deve se enaltecer o potencial das áreas naturais que estão nas mãos de particulares e que podem ser transformadas em RPPNM, ampliando assim os cuidados de manejo e conseqüente melhoria dos serviços ecossistêmicos para a população. Apenas para comparativo, embora não possuam dados atualizados de áreas verdes em Curitiba, considerando dados disponibilizados pela SMMA, há um total de 7.266,8 hectares de áreas naturais no município em diferentes estágios sucessionais (Miguez, 2001). Confrontado aos 786 hectares de Unidades de Conservação Municipais (conforme o zoneamento de Curitiba, estabelecido em 2019), se percebe que o grande montante de áreas naturais do município está nas mãos de particulares. Este ativo ambiental deve ser mantido e melhorado, como forma de

ampliar os estoques de Carbono e demais serviços ecossistêmicos providos por estas áreas e atingir metas e acordos internacionais relacionados às mudanças climáticas e biodiversidade. Promover a conservação e correto manejo destes remanescentes, sendo ou não uma RPPM, é desafio fundamental a ser enfrentado pelo poder público.

Alia-se ainda, o fato deste processo não impor ônus direto à prefeitura, pois sua manutenção e cumprimento das condicionantes é obrigatoriedade do proprietário. Cabe apenas a prefeitura fiscalizar o cumprimento das ações dispostas no plano de manejo e promover benefícios e incentivos para criação destas áreas, como forma de ampliar a resiliência das cidades aos eventos climáticos extremos, ao passo que conserva a biodiversidade urbana e melhora a qualidade de vida da população.

Considerações finais

Os resultados demonstram a importância das RPPNM na manutenção e no incremento dos estoques e sequestro de Carbono em Curitiba, ainda mais quando comparados aos resultados anteriores referentes às Unidades de Conservação municipais. Por se tratar de uma primeira avaliação, sugere-se repetir a mensuração no período de dois anos, conforme previsto em política municipal, como forma de se verificar o acréscimo na absorção e Carbono.

Há uma necessidade de maior fiscalização por parte da Prefeitura, no que diz respeito ao cumprimento das ações previstas no plano de manejo das RPPNM. O engajamento dos proprietários na manutenção e melhoria destas áreas é fundamental para que a qualidade dos serviços ambientais prestados seja ampliada.

Como pôde se evidenciar, a conservação e melhoria dos estoques de Carbono em Curitiba está intimamente ligada a necessidade de envolvimento de particulares neste processo, pois estes são os proprietários da grande maioria das áreas naturais existentes no município. Envolvê-los e reconhecer seu papel para a melhoria dos serviços ecossistêmicos é fundamental.

Destaca-se ainda a possibilidade da adoção e o desenvolvimento de políticas públicas inovadoras que beneficiem a manutenção e melhoria dos serviços ecossistêmicos providos por áreas naturais. A elaboração e aperfeiçoamento de projetos de Pagamento por Serviços Ambientais e o envolvimento da iniciativa privada



por meio da Certificação Life são possibilidades que devem ser exploradas, com vistas a melhorar o sequestro de Carbono das áreas naturais do município e atingir metas de acordos nacionais e internacionais.

REFERÊNCIAS

BRITEZ, R.M.; BORGIO, M.; TIEPOLO, G. ; FERRETTI, A. R. ; CALMON, M. ; HIGA, R. *Estoque e incremento de carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na Floresta Atlântica do sul do Brasil*. 1ed. Colombo: EMBRAPA. 165p. 2006.

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

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

IAPAR-INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ. *Atlas climático do Paraná*. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=595>> Acesso em 11/09/2019.

MACDICKEN, K. A guide to monitoring carbono storage in forestry and agroforestry projects. Arlington: winrock International Institute for Agricultural Development. 87p. 1997.

MIGUEZ, L.A.L. 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. 2001

PEARSON, T.; WALKER, S.; BROWN, S. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. BioCarbonFund and Winrock International, 57 p. 2005.

SMMA (Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba) Espécies Florestais Exóticas Invasoras. Disponível em <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2010/00085565.pdf>> Acesso em : 12/09/2019.

SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental). 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. 2004.

SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental). Programa de avaliação e quantificação do potencial de absorção de carbono por florestas nativas em Curitiba. Relatório de atividades - SPVS/PMC. 2009

SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental). Programa de avaliação e quantificação do potencial de absorção de carbono por florestas nativas em Curitiba. Relatório de atividades - SPVS/PMC. 2011.

SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental). Quantificação do incremento de Carbono nas áreas nativas e arborização das vias públicas de Curitiba. Relatório de atividades - SPVS/PMC. 2019.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. GASCON, C. Forest Fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. Biodiversity and conservation, Netherlands, v. 13, p. 1419-1425, 2004.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERETTI, A. R. Measuring and monitoring carbono stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná Brazil. *In*: International



Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring. *Extension Serie Taiwan Forestry Research Institute* 153: 98-115. 2002.

UNITED NATIONS. Kyoto protocol reference manual on accounting of emissions and assigned amounts. Bonn: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) secretariat. 105 p. 2007. Disponível em:< <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/what-is-the-kyoto-protocol/kyoto-protocol-targets-for-the-first-commitment-period>> Acesso em:09/09/2019.

UNFCCC (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE). Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF). Disponível em: <https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/land-use--land-use-change-and-forestry-lulucf>>. Acesso em 09/09/2019.

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.; ZILLOTTO, M.A.B.; GOMES, F.S. As florestas e o carbono. Curitiba 2002. p.153-173.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E.; BALBINOT, R. Quantificação de biomassa total e carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no sul do estado do Paraná, Brasil. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais* 1 (2): 63-68. 2003.

ZILLER, S.R. 2000. A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica. Tese de doutoramento. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 268 p.



ANEXO 1 – MAPAS DAS RPPNM AMOSTRADAS E LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS

