**Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública**

**Indicadores de avaliação de capital natural e de
oferta e demanda de serviços ecossistêmicos
para a Região Metropolitana de Curitiba**

Amanda Silveira Carbone

**Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Saúde Pública da Faculdade
de Saúde Pública da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Doutor em
Ciências.**

**Área de Concentração: Saúde Ambiental,
modos de vida e sustentabilidade.**

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Philippi Junior

São Paulo

2019

Indicadores de avaliação de capital natural e de oferta e demanda de serviços ecossistêmicos para a Região Metropolitana de Curitiba

Amanda Silveira Carbone

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Saúde Ambiental, modos de vida e sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Philippi Junior

Versão original

São Paulo

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Arlindo Philippi Junior, agradeço pelas tantas oportunidades de aprendizado sobre a vida acadêmica e por impulsionar meu crescimento pessoal e profissional nos últimos anos.

Aos membros da banca, Valdir Fernandes, Leandro Giatti, Marcos Buckeridge e Paulo Sinisgalli, agradeço pelas contribuições e apontamentos que enriqueceram esta pesquisa.

Ao Valdir um agradecimento especial por ter me acolhido em seu grupo de pesquisa, espaço que propiciou discussões que foram o ponto de partida desta tese. Ao Marcelo Limont pela abertura e ideias. Ao Leandro agradeço pelo apoio de sempre e leitura minuciosa da tese.

Agradeço aos amigos que sempre me inspiraram e apoiaram. Destaque às parceiras de trabalho e pesquisas, Sonia Coutinho, Ana Bedran, Mary Lobas, Juliana Cezare, Larissa Ciccotti, Michelle Ramos e Samia Sulaiman.

Um agradecimento também aos professores da universidade que fizeram parte da minha trajetória e aos funcionários da FSP que me apoiaram nas questões burocráticas.

Agradeço minha família pelo amor, pelo suporte e pela paciência. Aos meus pais, obrigada por acreditarem em mim e me darem a base emocional que me trouxe até onde cheguei.

Por fim, toda minha gratidão ao Álvaro por ter sido um grande parceiro, sempre. E agradeço a Maya por existir e por ter chegado bem no meio desse processo acadêmico, enriquecendo minhas experiências como pessoa e fortalecendo minha confiança como profissional.

RESUMO

CARBONE, A. S. **Indicadores de avaliação de capital natural e de oferta e demanda de serviços ecossistêmicos para a Região Metropolitana de Curitiba**. 2019. 313p. Tese (Doutorado em Ciência) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.

Esta pesquisa se situa no campo do planejamento territorial e da sustentabilidade urbana, com foco na conservação da biodiversidade e na provisão de serviços ecossistêmicos. Parte-se do pressuposto que a urbanização, embora estimule o progresso econômico, social e cultural, tem impulsionado problemas como a degradação ambiental e a falta de saneamento e que é necessário um planejamento do território em nível metropolitano, visando a manutenção do capital natural e a provisão de serviços ecossistêmicos essenciais ao bem-estar humano e à qualidade de vida, de forma sustentável. Assim, o objetivo deste estudo foi propor um conjunto de indicadores de avaliação de capital natural e de serviços ecossistêmicos para regiões metropolitanas, tendo como recorte empírico a Região Metropolitana de Curitiba. O conjunto de indicadores foi construído a partir de uma base teórica e posteriormente validado por especialistas utilizando-se o método Delphi. O conjunto de indicadores proposto e validado por especialistas apresenta embasamento teórico e flexibilidade para aplicação em diferentes contextos. A situação na RMC demonstra uma tendência de degradação do capital natural e consequente comprometimento na provisão de água em longo prazo, com destaque para a bacia do rio Ribeira. Verificou-se a necessidade de se ampliar, em grande parte da RMC, a implementação das políticas de proteção da biodiversidade, estimular a criação de novas unidades de conservação e fortalecer o monitoramento do uso do solo.

Palavras-chave: Capital natural; Serviços Ecossistêmicos; Desenvolvimento Sustentável; Indicadores; Planejamento urbano.

ABSTRACT

CARBONE, A. S. **Evaluation indicators of natural capital and of supply and demand of ecosystem services in Metropolitan Region of Curitiba.** 2019. 313p. Thesis (Doctorate in Sciences) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.

This research is situated in the field of territorial planning and urban sustainability, with focus on biodiversity conservation and ecosystem service provision. The assumption is that urbanization, while stimulating economic, social and cultural progress, has driven problems such as environmental degradation and lack of sanitation and that it is necessary to plan the territory at the metropolitan level, aiming at maintaining natural capital and providing ecosystem services essential to human well-being and quality of life in a sustainable way. Thus, the objective of this study was to propose a set of indicators for the evaluation of natural capital and ecosystem services on metropolitan regions, having as an empirical cut the Metropolitan Region of Curitiba. The set of indicators was built from a theoretical basis and then validated by experts using the Delphi method. The set of indicators proposed and validated presents flexibility for application in different contexts. The situation in the MRC demonstrates a trend of degradation of natural capital and consequent impairment in long term water provision, with emphasis in the Ribeira river basin. It is necessary to expand implementation of policies to protect biodiversity, to stimulate the creation of new conservation units and to strengthen the monitoring of land use.

Key-words: Natural Capital; Ecosystem Services; Sustainable Development; Indicators; Urban Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relação entre biodiversidade, serviços ecossistêmicos e bem-estar humano.	27
Figura 2. Classificação dos Serviços Ecossistêmicos.	28
Figura 3. Evolução temporal das publicações sobre capital natural e serviços ecossistêmicos a partir da base de dados Web of Science.	32
Figura 4. Principais autores que publicaram artigos sobre capital natural e serviços ecossistêmicos a partir da base de dados Web of Science.	33
Figura 5. A interação entre os capitais social, humano, construído e natural na geração de bem-estar humano.	47
Figura 6. Mudanças na oferta de bens e serviços ecossistêmicos entre 1990 e 2013 na Holanda.	54
Figura 7. Posição geográfica da Região Metropolitana de Curitiba.	57
Figura 8. Etapas da pesquisa.	58
Figura 9. Número de questionários enviados e respondidos – validação Delphi.	64
Figura 10. Fluxograma da técnica Delphi aplicada à pesquisa.	65
Figura 11. Serviços ecossistêmicos selecionados para o conjunto de indicadores proposto.	71
Figura 12. Esquema conceitual elaborado como base para construção do conjunto de indicadores.	75
Figura 13. Conjunto de indicadores proposto inicialmente.	93
Figura 14. Conjunto de indicadores após validação.	102
Figura 15. Área com agropecuária como proporção da área total do território municipal – RMC, 2017.	104
Figura 16. Variação na área com agropecuária (hectares) na RMC entre 1985, 2000 e 2017.	105
Figura 17. Variação na área com agricultura orgânica (hectares) na RMC entre 2004 e 2009.	108
Figura 18. Área de proteção aos mananciais como proporção da área total do território municipal – RMC, 2016.	111
Figura 19. Localização de quatro das cinco Unidades Territoriais de Planejamento – UTPs da RMC.	113
Figura 20. Áreas de Proteção Ambiental (APAs) da RMC, 2010.	114
Figura 21. Área florestal como proporção da área total do território (% do município) – 2017.	116
Figura 22. Área de floresta nativa (hectares) – RMC, 2017.	118
Figura 23. Perda de área de floresta nativa (hectares) entre 2000 e 2017 - RMC.	119
Figura 24. Área de vegetação nativa como proporção da área total do território (% do município) – 2017.	120
Figura 25. Área de vegetação nativa como proporção da área total do território municipal – RMC, 2017.	120
Figura 26. Uso da terra e remanescentes de cobertura vegetal – Paraná.	123
Figura 27. Áreas Estratégicas para a Conservação da biodiversidade (hectares e proporção da área total do território municipal em %) – RMC, 2009.	124
Figura 28. Áreas estratégicas para conservação e restauração pela resolução da SEMA/IAP 2009.	125
Figura 29. Proporção de Unidades de Conservação de Proteção Integral em relação à área total (ha) de floresta nativa – RMC, 2017.	128

Figura 30. Proporção de Unidades de Conservação de Uso Sustentável em relação à área municipal – RMC, 2018.....	130
Figura 31. Remanescentes de vegetação nativa da SOS Mata Atlântica e do Cadastro Ambiental Rural, e Unidades de Conservação e demais categorias da RMC	131
Figura 32. Localização das Unidades de Conservação da RMC em 2010.	132
Figura 33. Vegetação nativa por habitante (m ² /habitante) – RMC, 2017.....	134
Figura 34. Vegetação nativa por habitante (hectares/habitante) na RMC entre 2000 e 2017.	136
Figura 35. Áreas estratégicas de gestão do Paraná (com foco da RMC) por Unidade Hidrográfica.	137
Figura 36. Disponibilidade hídrica por bacia hidrográfica – Paraná.....	139
Figura 37. Distribuição dos municípios segundo as bacias hidrográficas – Paraná... ..	139
Figura 38. Localização das unidades aquíferas no Paraná (com destaque à RMC), 2007.	142
Figura 39. Demanda hídrica total e por tipo de manancial – Paraná	144
Figura 40. Demanda hídrica total (l/s) – RMC, 2008.	145
Figura 41. Consumo urbano de água per capita (l/hab./dia) – RMC, 2004.....	147
Figura 42. Avaliação da oferta-demanda do abastecimento urbano de água (situação) – RMC, 2015.	148
Figura 43. Produção agrícola (t/ano) – RMC, 2017.....	149
Figura 44. Produção animal (efetivo de rebanhos) – RMC, 2017.....	151
Figura 45. Produção orgânica (t) na RMC em 2009.....	153
Figura 46. Consumo alimentar vegetal (t/ano) – RMC, 2008.....	156
Figura 47. Consumo alimentar animal (t/ano) – RMC, 2008.....	157
Figura 48. Insegurança alimentar e nutricional (grau de vulnerabilidade) – RMC, 2014.	159
Figura 49. Estoque de carbono (t CO ₂ /ano) – RMC, 2017.....	160
Figura 50. Emissão de carbono (t CO ₂ /ano) – RMC, 2017.	162
Figura 51. Vulnerabilidade às mudanças climáticas (índice entre 0 e 1) – RMC, 2018.	164
Figura 52. PIB per capita (reais) – RMC, 2015.....	166
Figura 53. População em extrema pobreza (%) - RMC, 2015.	170
Figura 54. Densidade demográfica (hab./km ²) - RMC, 2017.	173
Figura 55. Grau de urbanização na RMC – 2010.....	174
Figura 56. IDH-M - RMC, 2010.	176
Figura 57. IDH-M - RMC, 2000.	177
Figura 58. Área com infraestrutura urbana (% do território) - RMC, 2010.	195
Figura 59. População em aglomerados subnormais (% em relação à população total residente em domicílios particulares – RMC – 2010.....	198
Figura 60. Área de florestas plantadas para fins comerciais como proporção da área total do território (% do município) – RMC, 2017.....	202
Figura 61. Porcentagem de estabelecimentos agropecuários que utilizam agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos do município (%) – RMC, 2017.....	207

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Publicações sobre capital natural e serviços ecossistêmicos (até junho/2017).....	31
Quadro 2. Conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos adotados; relação entre ambos (aplicação teórica/prática) e existência de algum tipo de valoração de capital natural e serviços ecossistêmicos.....	34
Quadro 3. Principais referências bibliográficas utilizadas na elaboração do sistema de indicadores de capital natural e serviços ecossistêmicos para avaliação de sua contribuição ao desenvolvimento territorial sustentável da Região Metropolitana de Curitiba.	76
Quadro 4. Indicadores de capital natural selecionados inicialmente.	79
Quadro 5. Indicadores de serviços ecossistêmicos selecionado inicialmente.	85
Quadro 6. Indicadores de contexto selecionados inicialmente.	91
Quadro 7. Indicadores validados de capital natural.....	96
Quadro 8. Indicadores validados de serviços ecossistêmicos.....	98
Quadro 9. Indicadores validados de contexto.	101
Quadro 10. Porcentagem de diminuição na área com agropecuária entre 2000 e 2017, RMC.	106
Quadro 11. Porcentagem de aumento na área com agropecuária entre 2000 e 2017, RMC.	107
Quadro 12. Área de pastagens plantadas em más condições de uso (em hectares e %) – RMC, 2017.	109
Quadro 13. Área de proteção aos mananciais na RMC (km²), de acordo com o Decreto Estadual n. 4435/2016.	112
Quadro 14. Área florestal (ha) em 2000 e 2017 e a perda em relação à 2000 (%) – RMC.	116
Quadro 15. Tendência temporal no estado da floresta nativa na RMC de 2000 a 2017.	121
Quadro 16. Área prioritária para conservação (ha) na RMC, 2009.....	125
Quadro 17. Área florestal per capita (hectares/pessoa) dos cinco países com a maior área florestal - 2015.....	135
Quadro 18. Disponibilidades e demandas hídricas superficiais na bacia do Alto Iguaçu, Ribeira e Litorânea - RMC, 2009.	137
Quadro 19. Disponibilidade hídrica subterrânea na RMC.	140
Quadro 20. Produção agrícola (t/ano) em 2001 e 2017 e tendência.	150
Quadro 21. Produção animal (efetivo de rebanhos) em 2001 e 2017 e diminuição em relação à 2000.	152
Quadro 22. Produção orgânica (toneladas) nos anos de 2004 e 2009 e proporção de aumento na produção em 2009, em relação à 2004 (%) – RMC.....	154
Quadro 23. Proporção do valor adicionado bruto por segmento da economia (%) – RMC, 2015.	168
Quadro 24. Proporção de população em extrema pobreza em relação à população total (%) – 2000 e 2010 e redução entre os anos.....	170
Quadro 25. População total em municípios da RMC com mais de 100 mil habitantes – 2000 e 2010.....	171
Quadro 26. População total em 2000 e 2010 na RMC e porcentagem de aumento/diminuição entre os anos.	171
Quadro 27. Área dos municípios da RMC abrangida pelo Plano ABC, número de financiamentos, tecnologia empregada e área agrícola (ha) em 2017.	180

Quadro 28. Repasses do ICMS Ecológico (reais e %) para os municípios da RMC e total repassado aos municípios pelo Estado do Paraná, 2017.	182
Quadro 29. Indicador Pagamento por Serviços Ambientais – RMC.	185
Quadro 30. Unidades de Conservação de Proteção Integral na RMC e áreas correlatas e existência (sim/não) de Plano de Manejo, 2018.	191
Quadro 31. Unidades de Conservação de Uso Sustentável na RMC e áreas correlatas e existência (sim/não) de Plano de Manejo, 2018.	193
Quadro 32. Municípios com maior área de infraestrutura urbana (hectares) na RMC, 2017.	196
Quadro 33. População residente em aglomerados subnormais (% em relação à população total residente em domicílios particulares ocupados).....	197
Quadro 34. Estimativa de domicílios em assentamentos precários em áreas urbanas – RMC, 2000.	199
Quadro 35. Municípios da RMC com maior área de mineração (hectares) – 2017. ..	200
Quadro 36. Municípios da RMC com maior aumento na área de mineração (hectares) – 2017.	201
Quadro 37. Área com floresta plantada e tendências entre 2000 e 2007 – RMC.	203
Quadro 38. Índice de tratamento de esgoto referido à água consumida em 2010 e 2016 – RMC.	205
Quadro 39. Taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares em relação à população total – RMC, 2016.....	209
Quadro 40. Área com infraestrutura urbana em hectares e % de aumento entre 2000 e 2017 – RMC.	211
Quadro 41. Status do capital natural nos municípios da RMC.	216

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	13
1. INTRODUÇÃO	14
2. DESENVOLVIMENTO DO TEMA	19
2.1. Desenvolvimento sustentável nas metrópoles e planejamento territorial	19
2.2. Capital natural e serviços ecossistêmicos	24
2.3. Indicadores de desenvolvimento sustentável.....	47
2.4. Indicadores de capital natural e serviços ecossistêmicos	51
3. OBJETIVOS	55
3.1. Objetivo geral	55
3.2. Objetivos específicos.....	55
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	56
4.1. Objeto de estudo.....	56
4.2. Etapas da pesquisa	57
4.2.1. Etapa 1. Revisão de literatura	58
4.2.2. Etapa 2. Seleção dos indicadores	59
4.2.3. Etapa 3. Validação dos indicadores.....	60
4.2.4. Etapa 4. Aplicação dos indicadores na Região Metropolitana de Curitiba	65
4.2.5. Etapa 5. Avaliação crítica dos resultados	66
4.3. LIMITAÇÕES DA PESQUISA	67
5. CONSTRUÇÃO DO CONJUNTO DE INDICADORES PARA ANÁLISE DO CAPITAL NATURAL E DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	67
5.1. Definição da base teórica e dos elementos do conjunto de indicadores	67
5.2. Seleção dos indicadores	75
5.2.1. Indicadores de capital natural.....	77
5.2.2. Indicadores de provisão de água.....	80
5.2.3. Indicadores de provisão de alimentos	81
5.2.4. Indicadores de regulação climática global	82
5.2.5. Indicadores de contexto.....	85
5.3. Conjunto de indicadores de capital natural e serviços ecossistêmicos após validação	93
5.3.1. Indicadores validados de capital natural.....	94
5.3.2. Indicadores validados de serviços ecossistêmicos	96

5.3.3. Indicadores validados de contexto	99
6. ANÁLISE INDIVIDUAL DOS INDICADORES DE CAPITAL NATURAL, SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E CONTEXTO NA RMC.....	103
6.1. Capital natural	103
6.1.1. Área com agropecuária (hectares e % do município)	103
6.1.2. Área com agricultura orgânica (hectares).....	107
6.1.3. Área de pastagens em más condições de uso (hectares e %).....	108
6.1.4. Área de proteção aos mananciais (% do município)	110
6.1.5. Área de vegetação nativa em APP (hectares)	114
6.1.6. Área florestal como proporção da área total do território (indicador meta 15.1 ODS) (% do município)	115
6.1.7. Área de vegetação nativa (hectares e % do município)	117
6.1.8. Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no Paraná como proporção da área total do território (% do município)	123
6.1.9. Porcentagem do total de vegetação nativa em Unidades de Conservação de Proteção integral (hectares e % do município) e porcentagem do município com Unidades de Conservação de Uso Sustentável (hectares e % do município)	126
6.1.10. Vegetação nativa por habitante.....	133
6.2. Indicadores de serviços ecossistêmicos	136
6.2.1. Provisão de água	136
6.2.2. Provisão de alimentos	149
6.2.3. Regulação climática global	160
6.3. Indicadores de contexto.....	165
6.3.1. Economia.....	165
6.3.2. Demografia.....	171
6.3.3. Influências socioculturais	175
6.3.4. Aspectos institucionais/governança	178
6.3.5. Uso do solo	195
6.3.6. Poluição	204
7. ANÁLISE INTEGRADA DO CAPITAL NATURAL E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA	210
7.1. O capital natural na RMC	210
7.2. O serviço ecossistêmico de provisão de água na RMC – demanda, oferta e pressões 224	
7.3. O serviço ecossistêmico de provisão de alimentos na RMC – demanda, oferta e pressões	233

7.4. A regulação climática global – demanda, oferta e pressões.....	242
7.5. Perspectivas e caminhos	248
8. AVALIAÇÃO CRÍTICA DA APLICAÇÃO DO CONJUNTO DE INDICADORES DE CAPITAL NATURAL E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	251
9. CONCLUSÕES.....	253
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	255
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	256
ANEXOS	276
Anexo 1 – Parecer consubstanciado do CEP	276
Anexo 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	278
Anexo 3 – Questionário da 1ª rodada Delphi	280
Anexo 4 – Questionário da 2ª rodada Delphi	286
Anexo 5 - Ficha dos indicadores.....	292
Indicadores de capital natural.....	292
Indicadores de serviços ecossistêmicos	297
Indicadores de contexto.....	304
Anexo 6 - Avaliação do capital natural nos municípios da RMC, status e ações prioritárias.....	315
Anexo 7 – Currículo <i>lattes</i> Amanda Silveira Carbone.....	321
Anexo 8 – Currículo <i>lattes</i> Arlindo Philippi Junior.....	321

APRESENTAÇÃO

Este estudo é resultado de um processo que teve como base as discussões realizadas no âmbito dos grupos de pesquisa dos quais a autora fez parte nos últimos anos. O grupo coordenado pelo prof. Dr. Arlindo Philippi Jr., na linha de pesquisa “Saúde ambiental, modos de vida e sustentabilidade”, na Faculdade de Saúde Pública (FSP) da Universidade de São Paulo (USP), e o grupo coordenado pelo prof. Valdir Fernandes, envolvendo a Universidade Positivo (UP) e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), tendo como foco o estudo de indicadores na perspectiva do desenvolvimento territorial e sustentável e como base metodológica e conceitual a utilização dos capitais natural, social e construído como dimensões de análise.

A tese está organizada em onze capítulos. Destaca-se que dois capítulos são considerados centrais, o 5 e o 7. O **capítulo 5** detalha o processo de elaboração e validação do conjunto de indicadores de capital natural e de oferta e demanda de serviços ecossistêmicos, apresentando os indicadores propostos inicialmente em uma primeira parte e os indicadores validados na segunda parte. O **capítulo 7**, por sua vez, contém uma análise integrada dos indicadores de capital natural e de serviços ecossistêmicos para a RMC. Já o capítulo 6 se constitui de uma análise individual de cada indicador para a Região Metropolitana de Curitiba (RMC) e, embora tenha embasado a análise integrada dos indicadores, tem relevância reduzida para a compreensão do desenvolvimento deste estudo.

1. INTRODUÇÃO

A urbanização acompanha e estimula o progresso econômico, social e cultural de países predominantemente agrícolas, mas seus impactos estão longe de serem apenas positivos (SACHS, 1993).

As elevadas taxas de urbanização observadas no Brasil a partir dos anos 1980 culminaram atualmente com cerca de 85% dos brasileiros vivendo em áreas urbanas (IBGE, 2015), o que têm levado a um agravamento dos problemas urbanos (BEZERRA e FERNANDES, 2000) e um questionamento sobre o que significa essa concentração para a qualidade do ambiente.

Malheiros et al. (2008) afirmam que o adensamento desordenado das cidades, sem planejamento adequado, com padrões inadequados de gestão e com falta de recursos e de infraestrutura impulsionaram problemas de carência de moradia, de saneamento, impactando as avaliações da morbidade, do empobrecimento e da degradação ambiental.

Além da falta de planejamento urbano, alvo de maior atenção nas últimas décadas, o conceito de desenvolvimento associado apenas à industrialização e ao crescimento econômico tem sido questionado. Tem havido maior reconhecimento de que a capacidade de resposta no processo de tomada de decisão tem sido inadequada, em particular por causa da ênfase singular às questões econômicas (HODGE, HARDI e BELL, 1999). A crise ambiental, evidente a partir dos anos 1960, passou a questionar os fundamentos ideológicos e teóricos que impulsionaram e legitimaram o crescimento econômico, mostrando a irracionalidade ecológica dos padrões dominantes de produção e consumo (LEFF, 2006).

Em resposta a isso, têm sido empreendidos esforços para desenhar e testar formas de perceber as mudanças, capturando não apenas tendências econômicas, mas também um sentido mais amplo das condições ecológicas e humanas (HODGE, HARDI e BELL, 1999). A noção de sustentabilidade emergiu do reconhecimento da função de suporte que a natureza desempenha no processo produtivo (LEFF, 2006).

Este conceito, concebido de forma política, surgido em meados da década de 1980, traduz-se em um desenvolvimento que, segundo o Relatório *Brundtland* (1987), atenda às necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atenderem suas necessidades, reportando-se à manutenção da capacidade de provisão do sistema natural em relação às necessidades das presentes e futuras gerações.

Deve-se reconhecer, deste modo, que o desenvolvimento socioeconômico dependerá, no longo prazo, da manutenção dos sistemas ecológicos que o sustentam, que constituem o capital natural do globo. Dito de outro modo, a sustentabilidade da economia depende da sustentabilidade dos ecossistemas (GÓMEZ-BAGGETHUN e DE GROOT, 2007), que são a base de todo o sistema (MEADOWS, 1998; BOSSEL, 1998).

Assim, as cidades devem ser vistas como ecossistemas que, como tais, são fontes potenciais de recursos, muitas vezes sub ou mal utilizados (SACHS, 1993, p. 41). O bem-estar humano depende da existência de um equilíbrio entre todos os capitais, ou seja, entre pessoas, sociedade, economia e ecossistemas (COSTANZA et al., 2014).

Costanza e Daly (1992) definiram capital natural como todo estoque (natural) que gera um fluxo de bens e serviços úteis ao longo do tempo. Gómez-Baggethun e de Groot (2007) complementaram essa definição englobando também todos os processos e interações (funcionamento do ecossistema) que determinam sua integridade e resiliência ecológica, a partir da perspectiva de que o capital natural não pode ser concebido com um simples estoque ou agregação de elementos (estrutura do ecossistema).

Nesse contexto, compreender o capital natural e os serviços ecossistêmicos tem como objetivo principal subsidiar uma melhor tomada de decisões, que resulte em melhores ações no que concerne o uso do solo e dos recursos naturais (DAILY et al, 2009).

A perspectiva do capital natural e dos serviços ecossistêmicos tem como principal contribuição para a sociedade a possibilidade de se enxergar a relação entre ser humano e o restante da natureza sob uma nova visão, como elementos críticos que compõem o bem-estar humano e a sustentabilidade. Como afirmam Costanza et al. (2014): “A reformulação da forma como olhamos a “natureza” é

essencial para resolver o problema de como construir um futuro sustentável e desejável para a humanidade” (p. 153).

Na prática, o capital natural gira em torno da busca por novas combinações e colaborações entre os setores da sociedade, formando uma ponte entre a agenda ambiental, social e econômica (EGMOND e RUIJS, 2016).

Os fluxos do capital natural não são facilmente reconhecidos, especialmente porque grande parte da população vive atualmente em centros urbanos, tendo se distanciado da relação direta com os recursos naturais (relação vista, por exemplo, em grupos que ainda dependem da pesca ou da extração de produtos florestais para sua sobrevivência), por estarem longe do local onde os bens e serviços são produzidos. Com a falta de ações educativas e de informações consistentes, a tomada de decisão acaba por surgir somente em situações extremas (como a interrupção nos sistemas de abastecimento e o aumento de doenças) e “neste momento tornam-se todos conscientes do real valor destes recursos e do grande custo econômico e social gerados pelo mau gerenciamento do ambiente” (COUTINHO, 2006, p. 13).

Sayago e Pinto (2005, p. 3) inserem a ideia de sustentabilidade ao conceito de gestão ambiental urbana definindo-a como “o conjunto de atividades e responsabilidades voltadas para uma série de intervenções sociais com vistas ao manejo adequado do uso do solo e dos recursos naturais e humanos, para construção da qualidade de vida urbana. Em outras palavras, para buscar a sustentabilidade das cidades”.

Essa busca pela sustentabilidade não pode estar dissociada das características inerentes ao território sobre o qual se estuda ou se toma decisões. O estudo dessas particularidades é fundamental para a compreensão das dinâmicas que ocorrem em determinada região. A partir dessa lógica, coloca-se a importância de se lançar mão da perspectiva do planejamento sustentável do território.

Tem se tornado cada vez mais comuns e oportunos os estudos com enfoque territorial em diversas regiões brasileiras. Mas apesar dos avanços, a maior parte dos trabalhos que possuem esse enfoque tem dado pouca atenção ao tratamento “dos imensos desafios suscitados pela eclosão da crise socioambiental planetária e à recuperação da vasta literatura acumulada versando sobre o nexos ambiente e desenvolvimento” (VIEIRA, 2009, p. 46).

Esse processo de busca pela sustentabilidade do desenvolvimento envolve o estabelecimento de metas para seu avanço. Surge, desta forma, a necessidade da construção de indicadores que mensurem as ações neste sentido. Os indicadores são importantes instrumentos de auxílio à tomada de decisão e ao processo de planejamento, monitoramento e avaliação de políticas públicas (FREITAS e GIATTI, 2010), e fornecem a base para ações futuras (VAN BELLEN, 2005). Para tanto, simplificam a complexidade de um conjunto de dados e informações disponíveis relevantes.

Os indicadores de sustentabilidade auxiliam os tomadores de decisão a compreender o significado operacional do desenvolvimento sustentável, auxiliam na escolha entre alternativas políticas as que melhor direcionam o sistema para a sustentabilidade e auxiliam na avaliação do alcance das metas estabelecidas (VAN BELLEN, 2005).

Atualmente, centenas de experiências de construção de indicadores, com diferentes modelos e abordagens, têm sido conduzidas ao redor do mundo. Embora já existam experiências bem-sucedidas, percebe-se que há, nas propostas de índices e indicadores de sustentabilidade, alguns problemas comuns aos indicadores até então construídos, como: ausência ou fragilidade da concepção conceitual, fragilidade dos critérios de escolha das variáveis representativas, falta de critérios claros de integração dos dados (TAYRA e RIBEIRO, 2006).

Segundo Meadows (1998) é comum ocorrer escolhas deficientes de indicadores, cujo processo de seleção e uso é cheio de armadilhas. Essa escolha irá determinar a compreensão do comportamento do sistema estudado. Dessa forma, torna-se relevante a busca por ferramentas ou estruturas que permitam a seleção de indicadores mais adequados, na busca pelo avanço na redução das lacunas apontadas.

Apesar de se reconhecer atualmente a importância de indicadores multidimensionais para análise da sustentabilidade, sempre houve maior tradição nos indicadores econômicos, como PIB e indicadores financeiros. Existe, desta forma, uma necessidade de se compreender a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos com maior profundidade e tornar esse tema tão

importante politicamente quanto o crescimento econômico (BALMFORD et al., 2005).

As principais experiências de construção de indicadores se voltam ao âmbito municipal. Inúmeras cidades de vários portes já realizam ou se organizam para construir seus sistemas de informação para o desenvolvimento sustentável (TAYRA e RIBEIRO, 2006). No entanto, o estudo de indicadores requer a compreensão dos municípios não como unidades territoriais isoladas confinadas às suas fronteiras administrativas, mas como membros de um complexo sistema socioambiental (FREITAS, SCHUTZ e OLIVEIRA, 2007).

Nesse sentido, Steiner (2004) discute que as divisões administrativas municipais não coincidem com a amplitude dos problemas socioambientais. Desse modo, percebe-se que os fenômenos determinantes da sustentabilidade ou da insustentabilidade territorial podem não ser provenientes unicamente de um município. Giatti et al. (2013) demonstram essa ideia utilizando o exemplo de um desastre ambiental em determinado município periférico onde localiza-se uma área de manancial, que poderia acarretar em problemas no abastecimento de água, gerando uma crise em todo o território metropolitano. Os mesmos autores consideram recomendável lançar mão de análises como esta para as diversas situações socioambientais existentes nas regiões metropolitanas, buscando a compreensão dessas relações sob a ótica dos ecossistemas e de sua propriedade de suporte à vida.

No entanto, percebe-se que a operacionalização dos princípios da sustentabilidade ainda ocorre de forma desconectada das necessidades territoriais e que são poucos os estudos que tratam de analisar os serviços ecossistêmicos e o capital natural que dá base para sua provisão no contexto de regiões metropolitanas (BARÓ, GÓMEZ-BAGGETHUN e HAASEE, 2017; FAVARO, 2017; OLEWILER, 2006).

Nesse sentido, questiona-se: quais indicadores de capital natural e de serviços ecossistêmicos podem fornecer informações para subsidiar a tomada de decisão voltada a um planejamento sustentável do território?

Cabe destacar que, embora esta pesquisa refira-se a indicadores de capital natural, considera-se fundamental abordar a relação destes indicadores com os de capital social e de capital construído, de forma a tratar a questão da

sustentabilidade e do desenvolvimento territorial de forma integrada. Essa premissa baseia-se na ideia de que a sustentabilidade é um conceito essencialmente integrativo, sendo, portanto, razoável que se defina sua avaliação em um processo integrado (GIBSON, 2003, MEADOWS, 1998).

Essa ideia também é defendida por Veiga (2010), quando afirma que a avaliação, a mensuração e o monitoramento da sustentabilidade exigem necessariamente três tipos de indicadores: de dimensão ambiental, econômica e social. A resiliência dos ecossistemas, medida por meio de dados como emissão de carbono e biodiversidade, não diz muito sobre a sustentabilidade se não for associada ao desempenho econômico e à qualidade de vida.

A natureza exerce função de suporte no processo produtivo e é fundamental para se subsidiar o planejamento sustentável do território. Tendo em vista a necessidade de se avançar em estudos desta natureza, propõe-se, nesta pesquisa, a construção de um conjunto de indicadores de avaliação de capital natural e de serviços ecossistêmicos para regiões metropolitanas, tendo como estudo de caso a Região Metropolitana de Curitiba.

2. DESENVOLVIMENTO DO TEMA

2.1. Desenvolvimento sustentável nas metrópoles e planejamento territorial

Mais da metade da população mundial reside em áreas urbanas. As cidades concentram riquezas, geram oportunidade de emprego e permitem o progresso humano, por meio das aglomerações e da industrialização (UN-Habitat, 2016).

No entanto, a crescente urbanização tem gerado problemas de diversas ordens, afetando a qualidade de vida de quem vive em cidades. Mais da metade da população urbana está exposta, por exemplo, a níveis de poluição do ar acima dos limites estabelecidos como seguros (WHO, 2018).

Aos problemas ambientais gerados nesse processo, somam-se as mudanças climáticas previstas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), que tendem a agravar os desequilíbrios ambientais e sociais especialmente no meio urbano e demandam respostas no sentido de um desenvolvimento mais sustentável e da erradicação da pobreza (IPCC, 2018).

O relatório World Cities Report 2016 (UN-Habitat, 2016) mostra que a urbanização atual é insustentável em diversos aspectos e aponta a necessidade de se modificar os padrões atuais para vencer desafios como as mudanças climáticas, a inequidade, a insegurança crescente e a expansão urbana desordenada.

O relatório aponta que os desafios atuais são muito maiores do que os de 20 anos atrás, na época da realização da Conferência das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, a Habitat II, em 1996, em Istambul, quando já se alertava para a atenção necessária às questões urbanas. De lá para cá emergiram problemas como as migrações e se intensificaram as mudanças climáticas.

A HABITAT II foi a última a ocorrer na década de 1990, dentre a série de conferências globais das Nações Unidas e firmou documento que colocava os assentamentos humanos sustentáveis como questão central para se atingir os objetivos propostos, entre os quais a promoção da descentralização e a boa governança urbana. A partir da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em 1992, no Rio de Janeiro, o fator ambiental, em equilíbrio com o econômico e o social passou a ser considerado com maior intensidade. É nesse momento que se institucionaliza o termo “desenvolvimento sustentável”.

Esse conceito tem sido aos poucos incorporado pelos municípios. No entanto, ainda prevalece a lógica econômica e social em detrimento da ambiental. “Se, por um lado, já existem no país bons exemplos de municípios e populações que zelam por seu ambiente e seu futuro, há também, por outro lado, em muitas partes, inconsciência em relação ao problema ou ainda a falta de conhecimento de caminhos a serem trilhados (PHILIPPI JR et al. 1999, p. 20).

Tendo em vista os desafios crescentes enfrentados pelas cidades, surge a demanda por uma Nova Agenda Urbana, proposta pela UN-HABITAT em sua terceira conferência a Habitat III. Nessa nova agenda urbana o desafio central é promover assentamentos humanos e cidades sustentáveis ambientalmente, resilientes, inclusivas socialmente, saudáveis, seguras e livres de violência e produtivas economicamente, alinhado com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, especialmente o objetivo 11, de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (UN-HABITAT, 2016).

Em continuidade aos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), a Agenda 2030 é um documento internacional firmado em 2015 por 193 países membros da Organização das Nações Unidas, contendo 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas associadas. A nova agenda de desenvolvimento sustentável tem como base os avanços de conferências anteriores, desde a Rio-92 até a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável de 2012 (Rio+20), cujo produto final, o documento “O Futuro que queremos”, foi o ponto de partida.

Destaca-se também a convergência da Agenda 2030 com a Nova Agenda Urbana na busca por cidades saudáveis, principalmente por meio do ODS 3, de se “assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades”. Nesse sentido, o relatório “*World Health Statistics 2018 – Monitorando a saúde para os ODS*” (WHO, 2018) aponta que está cada vez mais clara a necessidade de integrar a agenda do desenvolvimento sustentável à da saúde. Nas áreas urbanas, especificamente, desafios convergem na busca pela saúde, envolvendo fatores de risco associados às mudanças climáticas, a condições ambientais inadequadas e inequidades no acesso a recursos como água potável e nutrição adequada (WHO, 2008).

A governança urbana voltada à construção de cidades resilientes, sustentáveis e inclusivas passa por fatores como o planejamento do uso do solo, com a adoção de estratégias territoriais e espaciais em todos os setores (UN-HABITAT, 2016), para se garantir o direito a cidades sustentáveis, um direito coletivo da

população estabelecido como uma diretriz da política urbana brasileira disposta no Estatuto da Cidade (art. 2º).

França, Mantonanelli Jr. e Sampaio (2012), refletindo sobre governança, territorialidade e sustentabilidade, colocam que o conceito de espaço, proveniente da geografia, é insuficiente para se refletir sobre questões mais abstratas e abrangentes e que o conceito de território acrescenta uma visão mais ampla e intangível da ação humana.

“O estudo do território e da territorialidade atinge uma categoria conceitual que dá conta não só de questões físicas, mas, sem dúvida e principalmente, de questões abstratas da ação humana. Estas questões abstratas às quais se referem resultam do fenômeno relacional social que produz modificações importantes, de ordem física/ tangível ou abstrata/intangível” (p.118).

MDA (2003) completa essa visão, afirmando que:

“Os territórios são mais do que simples base física. Eles têm vida própria, possuem um tecido social, uma teia complexa de laços e de relações com raízes históricas, políticas e de identidades diversas, que vão muito além de seus atributos naturais, dos custos de transporte e de comunicações, e que desempenham função ainda pouco conhecida no próprio desenvolvimento econômico” (p. 3).

Nas décadas de 1980 e 1990 surgiram muitos estudos de caso sobre experiências de desenvolvimento local e territorial, o que tem favorecido a discussão sobre conceitos considerados importantes no âmbito do ecodesenvolvimento, como descentralização, autonomia e sistemas produtivos integrados (VIEIRA, 2009).

A Nova Agenda Urbana coloca como um catalizador fundamental de mudança a necessidade de se repensar o planejamento territorial e o desenho urbano, para permitir que a cidade se reinvente e seja uma “facilitadora do desenvolvimento”, levando em conta a expansão urbana e as várias escalas de intervenção, desde

o bairro até a região metropolitana, lançando mão dos instrumentos e ações adequados (UN-HABITAT, 2016).

Assim, tratar de planejamento territorial sustentável exige pensar sob o ponto de vista do sistema local e regional. Os espaços locais, territorializados, fazem parte e dependem tanto dos sistemas regionais quanto do contexto político-econômico (BRAGA, 2001).

Nesse sentido, Moran (2011) considera a relevância da análise multiescalar em estudos interdisciplinares dos sistemas homem-ambiente. Os problemas ambientais, como o impacto das mudanças climáticas sobre os ecossistemas, requerem a compreensão de como os processos operam e se relacionam em diversas escalas. No entanto, o desafio maior parece girar em torno da constatação de que a análise microscópica (foco em indivíduos, interações comunitárias e locais) é diferente da análise macroscópica, que enfoca as instituições, a organização social, os biomas, etc. Em geral, essas escalas são tratadas como distintas, sem se levar em conta a conectividade entre os processos de nível local e as escalas maiores.

Há uma complexidade inerente aos sistemas ecológicos e aos sistemas humanos (LIU et al, 2007). Um exemplo do desafio da análise multiescalar é a questão do transporte de poluentes do ar, cujo alcance pode ser de milhares de quilômetros, ultrapassando limites municipais, estaduais, nacionais ou continentais. Assim, o enfrentamento do problema requer que se lide com diferenças políticas, econômicas e culturais, locais, estaduais, nacionais e internacionais (BERGIN et al, 2005).

O estudo multiescalar envolve a análise da escala local interagindo com as outras escalas, pois os resultados desejáveis ou indesejáveis são produzidos nos processos interescares (BROWN e PURCELL, 2005). Além disso, as escalas locais não são simplesmente versões menores das escalas maiores. Costanza et al. (2001) afirmam, por exemplo, que os ecossistemas de grande escala e de microescala operam em diferentes níveis e exibem padrões distintos. Assim, o desafio é correlacionar ecossistemas e sistemas de governança em diversas escalas, para maximizar sua compatibilidade.

Nesse sentido, cabe ressaltar o contexto de extrapolação dos problemas ambientais em relação aos limites administrativos dos municípios, a partir do qual aponta-se a relevância da discussão sobre gestão ambiental no âmbito metropolitano.

Como afirma Pires (2018), a região metropolitana não se configura como unidade política no âmbito do pacto federativo, mas apresenta uma identidade territorial e é espaço onde ocorrem dinâmicas sociais, políticas e ambientais.

Embora tenha havido um interesse crescente na reinserção do tema da gestão metropolitana na pauta da agenda política do país (KLINK, 2009), com a promulgação do marco regulatório sobre o tema, o Estatuto das Metrôpoles (Lei Federal n. 13.089/2015), as metrôpoles têm encontrado dificuldade em se desenvolver como territórios políticos e se constituir como atores coletivos (LEFÈVRE, 2009).

Além disso, Klink (2009) considera que há um paradoxo na questão da governança metropolitana: se por um lado essas regiões concentram importantes problemas e oportunidades, por outro lado, verifica-se que o arcabouço institucional que as sustenta e que deveria nortear a organização, gestão e financiamento desses territórios não é suficiente para se lidar com os desafios e aproveitar as potencialidades existentes. Um desses desafios é atender ao interesse comum sem ir de encontro com a autonomia de cada município que compõe a região metropolitana (PIRES, 2018).

Deste modo, considera-se importante que a discussão sobre modelos e estruturas de indicadores para subsídio à tomada de decisão e desenvolvimento territorial seja feita de forma integrada, interdisciplinar e multiescalar, buscando abarcar, ainda que parcialmente, a complexidade existente nos sistemas sociais e ambientais.

2.2. Capital natural e serviços ecossistêmicos

O homem tem modificado o meio ambiente e os ecossistemas de forma rápida e extensa, nos últimos 50 anos, o que acarretou em expressiva perda para a

diversidade da vida no planeta. Fatores como o aumento populacional e a adoção de estilos de vida que demandam mais recursos naturais têm aumentado a demanda por serviços ecossistêmicos (MEA, 2005).

Cerca de 60% dos serviços ecossistêmicos avaliados durante a Avaliação Ecossistêmica do Milênio - uma pesquisa liderada pelas Nações Unidas e outras instituições de nível global que enfatiza a importância da preservação dos ecossistemas e sua função de suporte à vida e ao bem estar humano, estão degradados ou não têm sido utilizados de forma sustentável, o que tem causado consequências ao bem estar humano e contribuído para o aumento das desigualdades, da pobreza e dos conflitos sociais (MEA, 2005).

Embora o uso insustentável do capital natural possa alavancar o desenvolvimento a curto ou médio prazo, dificilmente essa tendência se manterá sem impactos futuros à humanidade, já que diversos serviços, como a fertilidade do solo, estão em declínio (SHEPHERD et al, 2016).

O reconhecimento da importância do capital natural e dos serviços ecossistêmicos ganhou força com a publicação da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) e, mais recentemente, com a TEEB (2010) (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, na sigla em inglês), que realizou estudo internacional liderado pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), chamando atenção para os benefícios econômicos da biodiversidade e alertando para os custos crescentes de sua perda e da degradação dos ecossistemas.

Na concepção de Meadows (1998), o capital natural corresponde aos meios pelos quais o desenvolvimento ocorre, ou, sua base. O capital construído, por sua vez, se refere à transformação destes fluxos e estoques naturais em meios específicos: corresponde a tudo que é construído pelo homem, que move a economia. A sustentabilidade, a partir dessa perspectiva, significa manter as necessidades do capital construído em níveis adequados e de acordo com a capacidade de absorção do capital natural. A autora fala ainda sobre o capital humano (cuja base é a população), o capital social (um estoque de atributos, conhecimento, confiança, eficiência, honestidade), e o bem-estar, considerado como a finalidade do sistema.

O quadro teórico constituído por capitais é, segundo Meadows (1998), fundamental no âmbito dos sistemas de informação para o desenvolvimento sustentável. Eles permitem captar o desenvolvimento e a sustentabilidade e sua relação entre si, permitindo uma análise de fluxos e estoques e, por sua vez, tornando os indicadores algo dinâmico.

Segundo Gómez-Baggethun e de Groot (2007), a dependência humana dos ecossistemas é evidente em países onde a economia assenta-se principalmente sobre o meio natural, caso, por exemplo, do Brasil, com seu forte mercado externo ligado ao agronegócio. Já em países com economia de mercado consolidada e terceirizada (baseada em serviços), essa relação com a natureza pode não ser tão evidente, visto que suas atividades produtivas tendem a ser cada vez mais deslocadas aos países periféricos. Tendo em vista esse suposto desacoplamento entre os sistemas sociais e naturais, é corrente a teoria de desmaterialização da economia, que afirma que conforme se aumenta o grau de riqueza, o crescimento econômico passa a ser cada vez menos contaminante e dependente do capital natural.

De fato, fatores como o aumento da tecnologia e a expansão do setor de serviços podem dar a falsa noção de que a modernidade permite aos sistemas socioeconômicos uma dissociação dos ecossistemas que sempre os sustentaram. A possibilidade de se satisfazer, em países ricos, uma demanda crescente de consumo, enquanto seu território é explorado em menor intensidade, não se deve, segundo Gómez-Baggethun e de Groot (2007), a uma desmaterialização da economia, mas sim ao fato de que a globalização permite aos consumidores desses países obterem serviços dos ecossistemas de todo o planeta.

Assim, a natureza gera inúmeros bens e serviços ao bem-estar humano, derivados direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas. Esses bens e serviços constituem os chamados serviços ecossistêmicos, que consistem em fluxos de materiais, energia e informação provenientes dos estoques de capital natural. Este é combinado aos capitais construído e humano para a produção do bem-estar humano (COSTANZA et al. 1997).

O uso e a gestão dos serviços ecossistêmicos não costumam considerar adequadamente a conservação dos ecossistemas que os provém, gerando degradação de serviços de regulação e suporte que são fundamentais para o funcionamento do sistema e para o bem-estar humano, que envolve aspectos como saúde, segurança e abrigo (figura 1) (UNEP, 2012).

Figura 1. Relação entre biodiversidade, serviços ecossistêmicos e bem-estar humano.

Fonte: UNEP (2012).

Existem diferentes tipologias para classificação de serviços ecossistêmicos. Algumas das mais relevantes são a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) e o TEEB (2010). A partir destas duas tipologias, surgiram outras como a Classificação Comum Internacional de Serviços Ecossistêmicos (CICES, na sigla em inglês, tradução livre), que tem sido bastante utilizada, especialmente na Europa (MAES et al., 2014) e que procura definir com maior detalhe e

propriedade o que de fato consiste em um serviço ecossistêmico, os benefícios que são gerados a partir deles e as propriedades e funções ecossistêmicas que dão base para sua existência. Há, ainda, uma perspectiva mais recente, chamada “*Nature’s Contribution to People*” (PASCUAL et al., 2017; DÍAZ et al., 2018), que tem sido aplicada pelo Painel Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, na sigla em inglês) e que ressalta a dimensão social dos serviços ecossistêmicos. A Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA) também propôs um sistema de classificação chamado Serviços e Benefícios Ecossistêmicos Finais (FEGS-CS, na sigla em inglês) e estão trabalhando na proposição de um sistema nacional de classificação de serviços ecossistêmicos (USEPA, 2015).

O reconhecimento da importância do capital natural e dos serviços ecossistêmicos ganhou força com a publicação da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) e, mais recentemente, com a TEEB (2010) (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, na sigla em inglês), que realizou estudo internacional liderado pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), chamando atenção para os benefícios econômicos da biodiversidade e alertando para os custos crescentes de sua perda e da degradação dos ecossistemas.

O relatório da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2003) classifica os serviços ecossistêmicos nas categorias: Serviços de provisão; serviços de regulação; serviços culturais e serviços de suporte (figura 2).

Figura 2. Classificação dos Serviços Ecossistêmicos.

<p>Serviços de suporte (serviços necessários à produção de todos os outros serviços)</p> <p><i>Formação do solo, ciclagem de nutrientes, produção primária.</i></p>
<p>Serviços de provisão (produtos obtidos dos ecossistemas)</p> <p><i>Alimentos, água, combustíveis, fibras, bioquímicos, recursos genéticos.</i></p>

Serviços de regulação (benefícios obtidos pela regulação dos processos dos ecossistemas)
<i>Regulação do clima, regulação do ciclo da água, purificação da água, regulação de doenças.</i>
Serviços culturais (benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas)
<i>serviços espirituais e religiosos, recreação e ecoturismo, serviços estéticos, inspiracionais, educacionais, de senso de lugar, herança cultural.</i>

Fonte: MEA (2003).

A partir do reconhecimento de que o capital natural é um conjunto de ativos que rendem serviços que contribuem para o bem-estar humano, coloca-se o desafio de se analisar as interações entre o sistema econômico e o capital natural e se aprofundar na forma como ocorrem os processos ecológicos que geram serviços essenciais de suporte à vida (ANDRADE e ROMEIRO, 2009a).

Os mesmos autores afirmam que “A relevância de uma estrutura analítica voltada especificamente para a gestão do capital natural está no fato de que ela agrega e torna operacionalizáveis as contribuições de várias disciplinas que lidam com a temática ambiental” (p. 21).

O conceito de capital natural engloba todos os elementos abióticos e bióticos dos ecossistemas (assim como os ecossistemas em si), incluindo os recursos naturais (ex.: água, solo, vegetação, espécies, ar), considerados como estoques, e os processos físicos, biológicos e químicos (MACE et al, 2011, MASEYK et al, 2017).

Para Arias-Maldonado (2013), o conceito de capital natural também pode adquirir um contexto mais amplo, captando os estoques de elementos naturais influenciados ou modificados por fatores políticos ou sociais.

Assim, o conceito de capital natural é mais amplo do que biodiversidade e não é um sinônimo do termo “serviços ecossistêmicos”. Ele envolve estoques de recursos naturais e processos ecossistêmicos. A diferenciação entre os dois é útil em caso de tomada de decisão, tendo em vista que estoques podem

responder a intervenções diretas com mais facilidade do que processos (MASEYK et al., 2017).

Mas, segundo Dominati, Patterson e Mackay (2010a), a literatura existente no tema dos serviços ecossistêmicos geralmente foca apenas em serviços ecossistêmicos propriamente, ao invés de adotar uma abordagem holística, onde se relaciona claramente esses serviços ao capital natural a partir do qual eles são gerados.

Mesmo alguns modelos emblemáticos no tema (MEA, 2005; TEEB, 2010) falham em apresentar conexões explícitas entre serviços ecossistêmicos e os estoques de capital natural que os geram. Tentativas de se implementar uma abordagem baseada em serviços ecossistêmicos sem uma referência clara em relação aos estoques de capital natural podem não ter sucesso, pois deve-se ter clareza sobre como esses serviços são produzidos a partir desse capital para um adequado embasamento para a tomada de decisão (MASEYK et al., 2017).

Assim, para embasar teoricamente o estudo proposto nesta tese, foi realizada uma revisão bibliográfica sistematizada sobre capital natural e serviços ecossistêmicos, visando analisar como as publicações produzidas sobre capital natural e serviços ecossistêmicos têm relacionado de forma prática esses conceitos. Adicionalmente, tendo em vista a crescente utilização da valoração de serviços ecossistêmicos, procurou-se identificar se as publicações abordam essa temática e, caso positivo, de que forma.

Foi escolhida a revisão sistematizada como metodologia de busca e análise das publicações. ISI *Web of Knowledge* (WoK) foi utilizada de forma a selecionar apenas artigos indexados e revisados por pares.

Uma busca inicial envolveu os termos “*natural capital*” e “*ecosystem services*” separadamente, visando contextualizar os temas em termos de número de publicações. Depois, a busca envolveu ambos os termos, de forma aditiva (utilizando-se a palavra “e”), a partir da qual se fez a caracterização da evolução temporal, principais países, campos do conhecimento e autores envolvidos nessas publicações.

Um refinamento desta pesquisa gerou o número final de publicações analisadas em profundidade. Foram selecionadas apenas as publicações cujos termos aparecem no título, ou seja, que tem como escopo central de estudo os termos

SE e capital natural, totalizando 29 resultados. Destes resultados, 24 foram analisados de forma mais detalhada, de forma a explorar a relação direta entre os dois conceitos. Os cinco restantes não foram analisados por falta de acesso ao texto integral do estudo.

A análise dos artigos foi orientada por três questões chave: quais os conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos adotados? A relação entre ambos é abordada diretamente, de forma prática? É abordado (de forma teórica ou aplicada) algum tipo de valoração de capital natural e serviços ecossistêmicos?

Uma pesquisa inicial na base *Web Of Science* envolveu a busca utilizando apenas o termo “natural capital”, a partir da qual foram obtidos 1141 resultados e “ecosystem services”, que resultou em 15068 publicações.

O conceito de capital natural tem sido usado, principalmente, desde a publicação dos artigos de Costanza e Daly (1992) e Costanza et al. (1997), assim como o de serviços ecossistêmicos. No entanto, apesar da relevância em se considerar os estoques de capital natural como a base para a geração dos serviços ecossistêmicos, o número de publicações neste último tema tem sido enormemente maior do que o de capital natural (quadro 1), com uma proporção de cerca de 13:1. Robinson et al. (2013), em pesquisa semelhante, encontraram uma proporção de 5:1 em relação ao número de publicações ligadas a serviços ecossistêmicos, o que evidencia que essa desproporção se intensificou nos últimos quatro anos.

Quadro 1. Publicações sobre capital natural e serviços ecossistêmicos (até junho/2017).

Base de dados	“Natural capital”	“ecosystem services”	“Natural capital” e “ecosystem services”	“Natural capital” e “ecosystem services” (apenas no título da publicação)
<i>Web Of Science</i>	1141	15068	372	29

O refinamento da busca pelo termo “natural capital”, utilizando o termo “ecosystem services”, resultou em 372 resultados. A análise temporal dessa produção científica (figura 3) mostra que os primeiros estudos que trataram desses assuntos foram publicados em 1992, ocasião da realização da Rio92 e 1997, ambos envolvendo autores que seguem como alguns dos líderes em número de pesquisas nesse tema, como Costanza, R., Daily, H. E., de Groot, R. e dArge, R.. A partir de então, a produção se manteve estável, com ligeiro aumento, até 2008. A partir deste ano, com exceção de 2010, que se manteve estável, e 2011 e 2014, que apresentaram queda, a produção científica apresentou expressivo aumento até 2016, quando alcançou seu ápice. O ano de 2017 não foi contabilizado pelo fato de a pesquisa ter sido realizada em junho/julho de 2017 e o número de publicações ser, por esta razão, parcial.

Figura 3. Evolução temporal das publicações sobre capital natural e serviços ecossistêmicos a partir da base de dados Web of Science.

Fonte: Elaboração própria.

Os cinco principais países que têm realizado pesquisa neste campo são Estados Unidos, com 143 registros, seguido de Inglaterra (75 registros), Austrália (48 registros), Itália (39) e França (34 registros).

Em relação à área de pesquisa, 67% de toda produção científica provém do campo das Ciências Ambientais/Ecologia, e cerca de 15% são da área da economia, para citar as principais áreas.

Os principais autores que publicaram nesses temas (figura 4), em ordem decrescente, foram Costanza, R., Aronson, J., Polasky, S., Bryan, B. A., Ulgiati, S., Crossman, N. D. e Daily, G. C.

Figura 4. Principais autores que publicaram artigos sobre capital natural e serviços ecossistêmicos a partir da base de dados Web of Science.

Fonte: Elaboração própria.

A análise detalhada das 24 publicações resultou em um quadro contendo os pontos analisados em cada uma: conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos adotados; relação entre ambos (aplicação teórica/prática) e existência de algum tipo de valoração de capital natural e serviços ecossistêmicos (quadro 2).

A maior parte das publicações analisadas nesta pesquisa abordou diretamente a relação entre os conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos, demonstrando que a recorrente falha na conexão clara entre os fluxos de serviços ecossistêmicos e os estoques de capital natural que dão base para sua

geração, identificada por alguns autores (MASEYK et al., 2017; DOMINATI, PATTERSON e MACKAY, 2010a), têm sido paulatinamente corrigida. Cabe destacar que essa inferência é aqui feita somente a partir do universo de 24 artigos selecionados para análise neste estudo e certamente não pode ser generalizada, tendo em vista que diversos outros estudos que não tenham os termos “*natural capital*” e “*ecosystem services*” no título podem ter abordado a conexão entre os termos de forma diversa.

A própria seleção dos artigos por ocorrências de ambos os termos, capital natural e serviços ecossistêmicos, no título das publicações, possivelmente enviesará essa análise. Estudos posteriores poderão revelar se esse achado é uma tendência real ou não.

Quadro 2. Conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos adotados; relação entre ambos (aplicação teórica/prática) e existência de algum tipo de valoração de capital natural e serviços ecossistêmicos.

Artigo	Escopo	Conceitos de serviços ecossistêmicos e capital natural	Relação entre capital natural e serviços ecossistêmicos é abordada diretamente?	Valoração (sim ou não) e, se sim, de qual tipo
Costanza et al, 1997	conceitual/ valoração dos SE em 16 biomas	estoques de capital natural produzem serviços dos sistemas ecológicos	sim, calculou-se o valor dos serviços ecossistêmicos e do capital natural	Sim. Monetária. Aborda diretamente
Maseyk et al, 2017	conceitual e proposição teórica de modelo	Capital natural como estoque e processo. Teoria ecológica é a base que demonstra a relação entre ambos e apoia a premissa dos autores de que a intervenção sobre atributos chave dos estoques pode gerar modificações nas funções dos ecossistemas e na provisão de serviços. Processos ecossistêmicos são a ponte entre os estoques de capital natural e os serviços ecossistêmicos. Eles proporcionam as bases para que as funções dos ecossistemas ocorram e dependem dos estoques de capital natural. Eles são difíceis de se mensurar.	sim. Formalizam a relação entre SE e capital natural. Criam um arcabouço teórico para explorar a ideia de que a gestão do capital natural pode alterar a provisão de SE	Não. Ao menos não aborda diretamente
Raymond et al, 2009	propõem metodologia de valoração comunitária de assets de capital natural e serviços ecossistêmicos	Não discute os conceitos. Utiliza a concepção de capital natural e serviços ecossistemas de autores como Costanza et al., 1997; Daily, 1997; de Groot et al., 2002; Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ambos permitem meios funcionais de se entender uma gama maior de valores ecossistêmicos.	Não	Sim. Valoração comunitária

Turner e Daily, 2008	discussão teórica sobre desafios da aplicação da abordagem dos serviços ecossistêmicos e capital natural	Aborda o conceito de serviços ecossistêmicos como os aspectos consumidos e utilizados para o bem estar humano. Não discute claramente conceito de capital natural.	Não	Sim, aborda e defende diretamente a monetização
Dominati, Patterson e Mackay, 2010	proposição de modelo de capital natural e serviços ecossistêmicos focado no solo	Capital natural se refere à extensão da ideia econômica de que o capital manufaturado envolve os serviços e bens ambientais. É estoque, não fluxo. Cita o conceito de Costanza e Daily (1992). Serviços ecossistêmicos são os fluxos de benefícios que provém dos estoques de capital natural e que atendem às necessidades humanas.	sim. e propõe um modelo que integra ambos. Fala que a literatura existente no tema dos serviços ecossistêmicos geralmente foca apenas em serviços ecossistêmicos propriamente, ao invés de adotar uma abordagem holística, onde se relaciona claramente esses serviços ao capital natural a partir do qual eles gerados.	Sim, aborda e defende a valoração monetária
Costanza et al, 1998	REPRINT DO PRIMEIRO ARTIGO, DA NATURE	ver Costanza et al, 1997	ver Costanza et al, 1997	ver Costanza et al, 1997
Toman, 1998	resposta ao artigo do Costanza et al, 1997	não abordada - o artigo enfoca as críticas ao método de valoração usado por Costanza	Não	Defende diretamente a não valoração monetária

Guerry et al, 2015	discussão teórica sobre avanços e lacunas	Capital natural se refere aos componentes vivos e não-vivos dos ecossistemas que contribuem para a geração de bens e serviços de valor humano. Os serviços ecossistêmicos são as condições e processos dos ecossistemas que geram (ou ajudam a gerar) benefícios às pessoas. Manter o capital natural é essencial para garantir os fluxos de SE. Focar apenas nas tendências na provisão de serviços não é suficiente, pois essa provisão pode ser aumentada temporariamente apenas reduzindo-se o estoque de capital natural.	parcialmente. Cita-se casos de aplicação dos SE e do capital natural na gestão e no processo político em alguns países (de forma não estruturada)	aborda a valoração, inclusive monetária, mas relativiza: por vezes ela pode ser desnecessária
Burkhard et al, 2012	editorial que aborda a contribuição da edição da Ecological Indicators na busca por soluções para os problemas ambientais baseada em serviços ecossistêmicos	os assets de capital natural produzem serviços ecossistêmicos	Não	sim, de forma genérica
Robinson et al, 2013	discussão teórica sobre a importância de incorporar o capital natural nos modelos ecossistêmicos de solo	conceito de capital natural de Costanza et al (1997)	sim. Modelos apropriados (foco em solo) devem incorporar os estoques de capital natural do solo, demonstrando sua contribuição no processo de criação de fluxos de serviços, como parte da cadeia de suprimentos.	sim, de forma genérica

Liu et al, 2010	valoração dos SE e CN em New Jersey	Capital natural são os componentes do ambiente natural que proporcionam um fluxo de benefícios a indivíduos e à sociedade como um todo. Esses benefícios envolvem bens e serviços. Bens podem derivar de fontes bióticas quanto abióticas (ex. depósito de minérios), já serviços são providos pelos ecossistemas, principalmente.	sim, calculou-se o valor dos serviços ecossistêmicos e do capital natural	sim, defendem valoração monetária
Bryan, Grandgirard e Ward 2010	proposição de método de análise multicritério para estabelecimento de prioridades para capital natural e serviços ecossistêmicos	Os assets de capital natural são os aspectos físicos e estruturais dos ecossistemas como solo, água, biota e atmosfera (Costanza et al 1997; MacDonald et al 1999; Fisher et al 2009). Esses assets geram uma série de bens e serviços ecossistêmicos, que são aspectos dos ecossistemas utilizados e valorados por pessoas e que, em conjunto com outras formas de capital, geram bem estar humano (Boyd and Banzhaf 2007; Fisher et al 2009).	sim, a análise multicritério envolveu adaptação de modelo de capital natural e serviços ecossistêmicos para estabelecimento de prioridades	ao invés da valoração monetária, sugere a análise multicriterial como metodologia para estabelecer prioridades na gestão dos recursos naturais
Dong et al, 2012	proposição de metodologia para calcular as variações nos estoques de capital natural e nos serviços ecossistêmicos a partir do conceito de emergência	Capital natural é um estoque dos ecossistemas (ou seus componentes) capaz de gerar fluxos de bens e/ou serviços a sociedades humanas e outras espécies	sim, o estudo simula as tendências do capital natural de pastagens e seus serviços ecossistêmicos relacionados, utilizando o conceito de emergência	sim, aborda valoração monetária

Robinson e Lebron, 2010	editorial que aborda o capital natural e os serviços ecossistêmicos do solo. Resposta a artigo de Dominati (2010)	Se baseia na definição de Robinson et al (2009) de que capital natural do solo são os estoques de massa, energia e sua organização (entropia) e os serviços ecossistêmicos são os fluxos e transformações de massa e energia que são benéficas ao bem estar humano.	sim, os autores concordam que as propriedades do solo formam a base do capital natural e que esse capital é o ponto de partida apropriado para se compreender os serviços e benefícios derivados do solo	sim, defende a valoração monetária
Bryan, 2010	proposição metodológica para a seleção de alternativas baseada na programação de preferências como base para investimentos ambientais economicamente viáveis	não define	sim, os conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos proporcionaram a estrutura para quantificação das prioridades para gestão ambiental	sim, aborda valoração monetária
Ulgiati, Zucaro e Franzece, 2011	discussão teórica, focando na adoção de medidas de emergia para calcular o trabalho utilizado pela biosfera na geração de recursos e serviços.	não define	sim, avaliaram o valor de emergia dos fluxos e estoques globais (serviços ecossistêmicos e capital natural) que movem a biosfera	aborda a valoração, inclusive monetária. O uso do método de cálculo da emergia permite a identificação de um "valor da biosfera" para os recursos que pode complementar a valoração monetária.

Yang et al, 2010	proposição teórica de modelo para investimentos em conservação em áreas de agricultura	Ecossistemas são um fundo de estoques de capital natural que geram fluxos de bens e serviços intermediários e finais ao longo do tempo (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Fisher et al., 2008, 2009; Lant et al., 2008). Fluxos e estoques são altamente interdependentes.	sim, nesse estudo a conservação em paisagens de agricultura se refere ao manejo e aprimoramento dos estoques privados de capital natural por meio de ações como gestão do solo, controle da erosão, restauração, etc. Os estoques de capital natural podem aumentar os fluxos de serviços ecossistêmicos	sim, aborda valoração monetária
El Serafy, 1998	resposta ao artigo do Costanza et al, 1997	não abordada - o artigo enfoca as críticas aos conceitos de serviços e funções ecossistêmicas e ao método de valoração usado por Costanza	Não	parcialmente. coloca que estimativas em unidades físicas seriam suficientes para chamar atenção para o declínio dos serviços ecossistêmicos. No entanto, a valoração monetária seria útil como exercício em estudos anlíticos, fora da contas nacionais, enquanto se identifica suas implicações para a sustentabilidade.

Hails e Ormerod, 2013	discussão teórica sobre lacunas e desafios no campo da ecologia para fundamentar a tomada de decisão em relação aos serviços ecossistêmicos e capital natural e experiência da Avaliação Ecossistêmica de UK	O conceito de capital natural enfatiza como o ambiente é um asset que deve ser gerenciado de forma a garantir que os benefícios que fluem desse capital sejam sustentados para futuras gerações. Esses benefícios são os bens e serviços ecossistêmicos que garantem a continuidade da vida e o bem estar	sim, o editorial apresenta o enfoque ao capital natural dado pelo Natural Environment White Paper 'The Natural Choice' do Reino Unido. A ideia central foi reconhecer de forma mais efetiva os valores e benefícios que fluem do ambiente natural, usando o termo "capital natural" para enfatizar como os ecossistemas devem ser vistos como assets a partir dos quais os serviços e benefícios são criados. Entre os compromissos do NEWP estão a criação de um Comitê de Capital Natural para orientar o governo e a incorporação do capital natural nas contas nacionais	sim, aborda a valoração monetária da Avaliação Ecossistêmica de UK, mas reconhece que os valores não-monetários também precisam ser considerados
Dong et al, 2014	avaliação de sustentabilidade a partir do conceito de emergia	Capital natural é comumente definido como um estoque de recursos naturais ou assets ambientais capazes de prover fluxos de bem ou serviços.	sim, o estudo valora o capital natural de pastagens e seus serviços ecossistêmicos relacionados, utilizando o conceito de emergia	sim, valora o capital natural e os serviços ecossistêmicos a partir do conceito de emergia, considerando que a valoração comumente usada de disponibilidade a pagar não permite adequada valoração de serviços menos tangíveis.
Dominati, Patterson e Mackay, 2010 (b)	resposta ao editorial de Robinson e Lebron, 2010, que conteve críticas a Dominati, 2010	ver Dominati (2010)	sim. ver Dominati (2010)	sim. ver Dominati (2010)

Shepherd et al, 2016	proposição metodológica para avaliação do atingimento das metas de Aichi via indicadores de serviços ecossistêmicos e capital natural	o capital natural corresponde aos estoques de assets naturais, incluindo geologia, solo, ar, água e biota (Natural Capital Forum, 2016). Os serviços ecossistêmicos são as contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas ao bem estar (TEEB, 2016)	sim, foi realizada avaliação do progresso em relação às metas de Aichi por meio da identificação de 13 serviços ecossistêmicos e seleção de 21 indicadores de estado do capital natural relacionados a esses serviços, os benefícios gerados a partir deles e a distribuição de acesso a esses benefícios.	não é abordada
Winfield, 2016	discussão teórica sobre panorama dos pesqueiros do Reino Unido, utilizando capital natural e serviços ecossistêmicos	o capital natural envolve os componentes vivos e não vivos dos ecossistemas que contribuem para a geração de bens e serviços de valor para as pessoas. serviços ecossistêmicos são definidos como os benefícios proporcionados pelos ecossistemas que contribuem para fazer a vida humana possível (Guerrey et al, 2015)	sim, a análise da situação dos pesqueiros no Reino Unido é realizada utilizando-se os conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos na descrição de suas características principais	não é abordada
Wei et al, 2017	análise dos efeitos da restauração ecológica nos serviços ecossistêmicos	Ecossistemas têm sido vistos como assets de capital natural, com potencial para gerar um fluxo de serviços elementares à vida	Afirma-se que investimentos estáveis e persistentes no capital natural são cruciais para melhorar alguns serviços ecossistêmicos, o que tem ocorrido na China desde 2000. Em escala menor, observou-se que investimentos nos sistemas de agricultura ampliou a provisão de alimentos e que o reflorestamento melhorou a regulação climática.	não é abordada

Fonte: Elaboração própria.

Estudos mostram essa tendência de unificação em modelos que abrangem tanto estoques de capital natural, quanto fluxos de serviços ecossistêmicos. Nesse sentido, Robinson et al. (2013), por exemplo, argumentam que focar apenas em bens e serviços finais é contraprodutivo a longo prazo e enfatizam que esses bens e serviços derivam de uma cadeia de suprimento ecossistêmica que depende da infraestrutura ecológica. Nesse estudo focado em solo, eles propõem que um modelo apropriado para o solo deva incorporar os estoques de capital natural do solo, demonstrando sua contribuição no processo de criação de fluxos de serviços, como parte da cadeia de suprimentos.

Bryan, Grandgirard e Ward (2010) adaptaram modelo de capital natural e serviços ecossistêmicos para aplicação de análise multicriterial para estabelecimento de prioridades de gestão entre tomadores de decisão, no sul da Austrália. Esse modelo permitiu apresentar a esses stakeholders temas potenciais para consideração na gestão local, com o estabelecimento de uma hierarquia de metas.

Shepherd et al. (2016) também aplicou os dois conceitos de forma conjunta e prática, ao realizar uma avaliação do progresso em relação às Metas de Biodiversidade de Aichi, propostas pela Convenção da Diversidade Biológica, por meio da identificação de 13 serviços ecossistêmicos e seleção de 21 indicadores de estado do capital natural relacionados a esses serviços, os benefícios gerados a partir deles e a distribuição de acesso a esses benefícios.

Já Maseyk et al. (2017) formalizam a relação entre serviços ecossistêmicos e capital natural, por meio da criação de um arcabouço teórico para explorar a ideia de que a gestão do capital natural pode alterar a provisão de serviços. Dominati, Patterson e Mackay (2010), no mesmo sentido, propõe um modelo que integra ambos, focado na classificação e quantificação do capital natural e dos serviços ecossistêmicos do solo. São cinco componentes: 1. capital natural do solo, caracterizado por propriedades conhecidas, 2. os processos que dão base para a formação desse capital natural. 3. as forças (naturais e antropogênicas) dos processos do solo. 4. serviços de provisão, regulação e culturais do solo e 5. necessidades humanas providas por esses serviços ecossistêmicos.

No entanto, apesar de a análise realizada neste estudo ter evidenciado que os conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos estejam sendo relacionados de forma mais sólida, nem sempre eles são sempre abordados conjuntamente, sob uma perspectiva aplicada, caso, por exemplo, de Turner e Daily (2008).

Em relação à questão da valoração, muitos autores parecem defender a ideia de que economia e conservação dos recursos naturais devem estar atrelados, reforçando a ideia antropocêntrica e utilitarista do capital natural e dos serviços ecossistêmicos.

Essa tentativa de junção é uma resposta a separação clássica entre conservação e desenvolvimento econômico, vistos por muito tempo como antagônicos (GUERRY et al., 2015).

Os mecanismos de valoração dos serviços ecossistêmicos, monetária ou não, surgem como uma alternativa nesse sentido. Estudo emblemático sobre o tema foi publicado por Costanza et al. (1997), que buscou valorar 17 serviços ecossistêmicos para 16 biomas do planeta, que foram estimados em 16 a 54 trilhões de dólares, com média de 33 trilhões de dólares. Este estudo compilou dados de estudos anteriores, mas foi considerado inédito por sua abordagem.

Estudos posteriores seguiram tratando de métodos de valoração, a partir de perspectivas diversas. Nesta pesquisa, foram identificadas duas publicações que surgiram como resposta ao artigo de Costanza et al. (1997), em um movimento de crítica aos métodos utilizados, como a comparação com o Produto Interno Bruto e as sobreposições de serviços ecossistêmicos (SERAFY, 1998; TOMAN, 1998).

Turner e Daily (2008), citando Pearce (2007), afirmam que embora a conservação faça sentido do ponto de vista da economia, ainda se toma decisões de forma inapropriada quando se escolhe entre a conversão de ecossistemas e sua conservação, e que ainda faltam investimentos para incorporar a retórica da conservação, seja por incapacidade ou falta de vontade.

Para esses autores, os arranjos nacionais e internacionais de proteção do capital natural a partir de mecanismos de mercado precisam incorporar as

complexidades sociais, políticas, legais e culturais em sua prática. Apesar disso, experiências práticas, segundo os autores, têm demonstrado a racionalidade ética e econômica de se proteger as pessoas de enchentes, água imprópria para uso e mudanças climáticas (TURNER e DAILY, 2008).

Indo nesse sentido, estudo de Yang et al. (2010) buscou, sem sair da lógica de mercado, refinar e aprimorar as estratégias de investimentos em conservação em sistemas de agricultura, visando sustentar o capital natural e os serviços ecossistêmicos de forma mais efetiva. Essa proposta envolve a inclusão de uma infraestrutura institucional (instituições de mercado de conservação e sistemas de regulação, provisão de informação (incluindo padrões de auditoria) e facilitação (incentivos ao empreendedorismo).

Outras perspectivas abordam a questão da valoração monetária sob outro enfoque. Estudos como o de Ulgiati, Zucaro e Franzese (2011) e Dong et al. (2012) discutem a adoção de valoração baseada em energia, método por meio do qual se calcula o trabalho utilizado pela biosfera na geração de recursos e serviços (quantificado em unidade de energia solar equivalente requerida para realizar este trabalho), para calcular as variações nos estoques de capital natural e nos serviços ecossistêmicos, respectivamente.

No entanto, alguns artigos não abordam diretamente a questão da valoração. O estudo de Bryan, Grandgirard e Ward (2010), já mencionado, sugere a aplicação da análise multicriterial como metodologia para estabelecer prioridades na gestão do capital natural e dos serviços ecossistêmicos, em detrimento de uma valoração monetária. Segundo Kroeger e Casey (2007), a valoração econômica necessária para se fazer a gestão dos recursos naturais é muito cara. Ao invés disso, Cowling et al. (2008) defendem que a quantificação da prioridade relativa (importância ou valor) pode ser mais adequada para a gestão do capital natural e dos serviços ecossistêmicos.

Além disso, há estudos que defendem justamente a visão não econômica dos conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos, como o de Toman (1998), demonstrando que há produção teórica de ambos os lados e que ainda existe um embate sobre a melhor abordagem para incentivo ao desenvolvimento e conservação de recursos naturais de forma equilibrada.

Em relação aos conceitos de capital natural e serviços ecossistêmicos utilizados pelos artigos analisados, verificou-se que são bastante similares. Em geral, a maioria conceitua capital natural como sendo um estoque dos ecossistemas, por vezes chamado de *assets* (WEI et al., 2017; SHEPHARD et al., 2016; DONG et al., 2014; HAILS e ORMEROD, 2013; BURKHARD et al., 2012; BRYAN, GRANDGIRARD e WARD, 2010), que gera um fluxo de bens e serviços ecossistêmicos utilizados para o bem estar humano. Esses bens e serviços são vistos como benefícios proporcionados pelos ecossistemas às pessoas.

O número de publicações envolvendo diretamente “capital natural” e “serviços ecossistêmicos” tem aumentado bastante nos últimos anos. No entanto, pesquisas envolvendo apenas serviços ecossistêmicos têm sido muito mais numerosas do que aquelas sobre capital natural, embora já se ateste a relevância em se considerar os estoques de capital natural como a base para a geração dos serviços ecossistêmicos.

Diversos estudos têm tratado dos serviços ecossistêmicos e do capital natural de forma conjunta. Alguns deles defendem diretamente que a relação entre ambos seja fortalecida e incorporada em modelos que usam o enfoque ecossistêmico, visando uma melhor gestão e tomada de decisão em relação aos recursos naturais.

Apesar de ter ficado claro que o capital natural corresponde aos estoques de recursos naturais a partir dos quais fluem os serviços ecossistêmicos, esses serviços não fluem diretamente do capital natural ao bem-estar humano: são uma contribuição relativa desse capital. Esse processo de provimento de benefícios advindos do capital natural ocorre a partir da interação com as três outras formas de capital. Os capitais humano e construído estão inseridos na sociedade, que está inserida no restante da natureza (COSTANZA et al., 2014). Assim, os autores consideram que “é essencial adotar uma perspectiva ampla e transdisciplinar ao se abordar serviços ecossistêmicos” (p.153) (figura 5).

Figura 5. A interação entre os capitais social, humano, construído e natural na geração de bem-estar humano.

FONTE: Traduzido de Costanza et al. (2014).

2.3. Indicadores de desenvolvimento sustentável

Um dos desafios para a Saúde Pública é a construção de sistemas de indicadores que permitam uma análise das condições atuais e tendências futuras, que apontam para a degradação progressiva dos serviços ecossistêmicos que sustentam a vida, saúde e bem-estar humano (FREITAS, SCHUTZ e OLIVEIRA, 2007).

Segundo Van Bellen (2005) a gestão demanda mensuração. O processo de tomada de decisão tem requerido novas formas de se medir o progresso: é neste ponto que os indicadores se tornam importantes ferramentas. As medições são fundamentais para que o desenvolvimento sustentável se torne operacional.

Os indicadores surgem de valores (medimos aquilo com o qual nos preocupamos) e criam valores (nos importamos com aquilo que medimos). (MEADOWS, 1998).

Segundo Quiroga (2001), os indicadores são ferramentas concretas, que dão suporte ao planejamento e a avaliação das políticas públicas, fortalecendo o processo decisório e a participação social, de forma impulsionar a sociedade no sentido da sustentabilidade.

Em se tratando especificamente dos indicadores ambientais, estes são temas mais recentes não contando com larga tradição em sua produção, diferentemente dos indicadores socioeconômicos e de saúde. Disto resulta a menor disponibilidade de informações para a construção dos indicadores requeridos para uma abordagem mais completa do tema (IBGE, 2004).

A construção de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável inicia-se a partir de um movimento internacional, liderado pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas, que reuniu governos nacionais, instituições acadêmicas, organizações não-governamentais e especialistas a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a Rio-92. O objetivo deste movimento era concretizar as disposições dos capítulos 8 e 40 da Agenda 21, que tratam da relação entre meio ambiente, desenvolvimento sustentável e informações para a tomada de decisões (TAYRA e RIBEIRO, 2006).

Meadows (1998) alerta que os indicadores de sustentabilidade devem ser mais do que indicadores ambientais, mais do que retratos da realidade: devem demonstrar tendências e indicar ameaças ao sistema. Em suma, um indicador ambiental se torna um indicador de sustentabilidade quando a ele se adiciona tempo, limite ou meta. Indicadores de desenvolvimento, da mesma forma, devem fazer mais do que indicar crescimento: devem tratar de eficiência, suficiência, equidade e qualidade de vida. No entanto, a autora reflete que nenhum indicador é a realidade em si, mas uma abstração do sistema sobre o qual se mede.

Meadows (1998) propõe um modelo conceitual para o desenvolvimento e análise de indicadores de desenvolvimento sustentável, onde a economia é apresentada de maneira sistêmica, tendo como finalidade o bem-estar humano. Este modelo compreende uma estrutura segregada em capitais: capital natural, construído e social.

Desenvolvimento e sustentabilidade são problemas antigos unindo-se no período atual em escala global e de forma urgente, trazendo à tona duas questões também já antigas. A primeira, relacionada ao desenvolvimento, diz respeito a como podemos garantir suficiência, segurança e uma boa vida a todos. A segunda, mais ligada à sustentabilidade, seria: como podemos viver dentro das regras e limites do sistema biofísico?. As duas questões unidas se resumem a: como podemos viver uma boa vida sem degradar a saúde e produtividade do planeta e garantir que as futuras gerações também vivam uma boa vida? (MEADOWS, 1998).

Desenvolvimento e crescimento físico devem ser dissociados. Os indicadores de desenvolvimento devem começar a refletir equidade, suficiência, qualidade e eficiência (MEADOWS, 1998). Crescimento é sobre se tornar maior, desenvolvimento diz respeito a se tornar melhor (GOODLAND, DALY e SERAFY, 1991).

Existem muitas experiências disponíveis quando se trata de indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável. Além disso, tem havido um aumento na diversidade de iniciativas deste tipo, em contextos variados: centros de pesquisa, governo, terceiro setor, etc. Não obstante, dentre os desafios mais expressivos da utilização de indicadores estão os problemas metodológicos envolvidos em sua elaboração e implementação (QUIROGA, 2001).

Van Bellen (2005) apresenta algumas das diversas iniciativas de sistemas de indicadores de desenvolvimento sustentável. A Pegada Ecológica (*Ecological footprint method* -EFM) representa uma das primeiras iniciativas voltadas à mensuração do impacto humano ao meio ambiente. Ela contabiliza os fluxos de matéria e energia que entram e saem de um sistema econômico e converte esses fluxos em área (em hectares) que é requerida para sustentar os níveis atuais de consumo dos recursos.

Um dos principais sistemas de indicadores ambientais é o PER (Pressão-Estado-Resposta), modelo desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), onde Pressão (P) descreve a pressão das atividades humanas sobre o meio ambiente, Estado (S) se refere a qualidade e quantidade de recursos naturais e qualidade do ambiente e Resposta (R) a

extensão e intensidade das reações da sociedade em responder às preocupações e alterações ambientais.

Outra iniciativa é o modelo PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta), considerado uma versão ampliada do modelo PER e que vem sendo utilizada pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) para a elaboração da série GEO (*Global Environment Outlook*), que busca avaliar o estado do meio ambiente nos níveis global, regional e nacional.

Há também o Painel da Sustentabilidade (*Dashboard of sustainability* - DS), iniciativa do *International Institute for Sustainable Development*, projetado para facilitar o processo de comunicação sobre desenvolvimento sustentável, tanto em pequena como em grande escala. Ele corresponde a um índice agregado de vários indicadores.

O Barômetro da Sustentabilidade (*Barometer of sustainability* - BS), por sua vez, é um projeto que fornece informações bastante visuais e proporciona um olhar sobre o bem-estar humano e tecnológico. Esta ferramenta destina-se às agências governamentais e não governamentais, tomadores de decisão e pessoas envolvidas com questões relativas ao desenvolvimento sustentável, em qualquer nível do sistema, do local ao global (VAN BELLEN, 2005).

Diversas outras iniciativas resultaram em sistemas de indicadores de desenvolvimento sustentável, como o *Wealth of Nations* (WN), ligado ao Banco Mundial, que mede a riqueza dos países levando em conta elementos como o capital natural (VAN BELLEN, 2005), o *Environmental Performance Index* (EPI), das Universidades de Yale e de Columbia, que analisam o desempenho ambiental de empresas e países; o *Environmental Vulnerability Index* (EVI), do PNUMA, que analisa a vulnerabilidade e a resiliência ambiental (LOUETTE, 2007). Há também sistemas que levam em conta apenas a dimensão ambiental, como o *Environmental Policy Performance Indicator* (EPPI) adotado na Holanda e que monitora as tendências das pressões ambientais e o *Index of Environmental Friendliness* (IEF), da Eurostat, que analisa de forma agregada diversos indicadores ambientais (SINGH et al, 2012).

Há, ainda, diversos outros sistemas de indicadores que são voltados especificamente à análise da biodiversidade, muitos deles compostos em

índices, como o Living Planet Index (LPI) ou Índice Planeta Vivo, da WWF que avalia o estado e tendências da biodiversidade, o *Natural Capital Index*, que avalia a biodiversidade e os ecossistemas, medindo o impacto humano desde a industrialização (BRINK, 2006); *Biodiversity Integrity Index* (BII), que analisa as mudanças na riqueza de espécies (MAJER e BEESTON, 1996) e o *Biodiversity Barometer* (BB) (BIP, 2018), que mede o nível de consciência da sociedade sobre biodiversidade.

Assim, há diversas experiências na produção de indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável, com enfoques metodológicos, escalas e escopos diferentes. Em muitos casos, as variáveis utilizadas são integradas e ordenadas e a escala mais utilizada é a local. Nesse sentido, Tayra e Ribeiro (2006) afirmam que “os indicadores de nível regional ou nacional ainda requerem um grande esforço para apresentarem agregação, harmonização e regionalização dos dados que alimentam os indicadores” (p. 93).

Nesse sentido, são relevantes estudos que busquem indicadores aplicáveis em nível regional, ainda que, por carência na disponibilidade de dados, muitos dos indicadores tenham caráter proximal. O uso desse tipo de indicador pode ser útil em regiões metropolitanas, onde muitas vezes há dados disponíveis apenas para alguns municípios, principalmente os mais centrais.

O levantamento de alguns dos principais sistemas de indicadores e índices que buscam medir a sustentabilidade ou o estado do ambiente demonstra que a abordagem dos serviços ecossistêmicos ainda tem espaço para ser melhor desenvolvida nesse campo. Em geral, os sistemas ou são muito específicos, caso dos que abordam a biodiversidade, ora são amplos, quando abordam as diversas dimensões da sustentabilidade.

2.4. Indicadores de capital natural e serviços ecossistêmicos

Indicadores de capital natural são cruciais para se definir quanto, e em que nível de qualidade, esse capital deve ser mantido e sustentado no ambiente urbano (OLEWILER, 2006).

Embora o capital natural não seja incluído, frequentemente, na tomada de decisão, há uma tendência crescente de reconhecimento de sua importância por parte de muitos países (EGMOND e RUIJS, 2016). O capital natural tem feito parte do escopo dos programas e análises ambientais de diversas organizações em nível internacional, como o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), órgãos públicos da Holanda, Suécia e outros países (OLEWILER, 2006). Na Holanda, tem se ampliado a aplicação da perspectiva do capital natural em todos os setores (público, privado e terceiro setor). O conceito tem sido alinhado às políticas ambientais, de planejamento espacial e sustentabilidade e também à responsabilidade social corporativa (EGMOND e RUIJS, 2016).

A abordagem dos serviços ecossistêmicos tem sido explorada no âmbito da sustentabilidade desde as duas últimas décadas. Turner, Donato e Romme (2013) discutiram prioridades e caminhos para se manter a capacidade dos ecossistemas em fornecer serviços ecossistêmicos, em face das mudanças inerentes aos sistemas humanos. Para os autores, a sustentabilidade das paisagens pode ser afetada por mudanças em diversas forças-motrizas, como o uso do solo e o clima, impactando em sua capacidade de prover esses serviços.

Indicadores de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos têm sido tema de trabalhos científicos e também de algumas importantes iniciativas nas últimas décadas. Em 2004 foi criado em nível europeu o SEBI 2010 (*Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators*), para o desenvolvimento de um conjunto de indicadores de biodiversidade para a Europa visando o monitoramento da condição atual e das tendências de perda da biodiversidade (BALMFORD et al. 2005). Os autores afirmaram a necessidade de existirem indicadores de biodiversidade e das funções e serviços ecossistêmicos rigorosos, replicáveis, amplamente aceitos e facilmente compreensíveis. Essa iniciativa tem relação com o que já havia sido desenvolvido pela Convenção da Diversidade Biológica (CDB), que listou onze indicadores globais para se avaliar o progresso em relação às metas de 2010 estabelecidas (UNEP/CBD/COP7 2003). Ambas, CDB e SEDI 2010 chamaram a atenção para a necessidade de indicadores de biodiversidade e sugeriram indicadores em potencial para se aplicar às escalas

regional e global para se monitorar o atingimento da meta de interromper a perda de biodiversidade até 2010 (FELD et al., 2009).

Apesar dos avanços, Feld et al. (2009) questionam se esses conjuntos de indicadores são suficientes para se efetivamente monitorar a biodiversidade. Geralmente os sistemas propostos envolvem apenas indicadores bióticos que avaliam tendências temporais. Essa perspectiva, embora fundamental, não exprime por si só as causas ou pressões existentes por trás do cenário. A identificação das causas de uma tendência negativa, por exemplo, pode ajudar a traçar ações e políticas, na perspectiva clássica do modelo FPEIR (Força-motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta), que, embora linear e simplificado, pode auxiliar na conexão entre os aspectos ambientais e sociais da biodiversidade (FELD et al., 2009).

A aplicação de indicadores é, segundo Czúcz e Arany (2016), a forma mais direta de se obter informações com relevância política sobre a complexa relação entre serviços ecossistêmicos e sociedade. O próprio conceito de serviço ecossistêmico é transdisciplinar, por permear ciências naturais, sociais e políticas.

Algumas revisões sistemáticas sobre avaliação de serviços ecossistêmicos já foram realizadas (FELD et al., 2009; SEPPELT et al., 2011; MARTÍNEZ-HARMS e BALVANERA, 2012; CROSSMAN et al., 2013; MARTINEZ-HARMS et al., 2015; ANDREW et al., 2015; ENGLUND et al., 2017; BOEREMA et al., 2017; CZÚCZ et al., 2018) e mostram que a construção de indicadores de serviços ecossistêmicos tem sido alvo crescente de estudos. Alguns compilaram indicadores, caso de Egoh et al. (2012); Layke et al. (2009), Maes et al., 2014 e Czúcz et al. (2018).

Apesar das pesquisas crescentes, estes estudos mostram uma tendência de simplificação do tema e dificuldade de tornar os resultados instrumentos efetivos de tomada de decisão. Além disso, fica evidente a necessidade de desenvolver métodos que permitam maior compreensão sobre os processos socioecológicos e uso de dados que representem com maior acurácia as propriedades dos ecossistemas.

No entanto, apesar da evidência dessas demandas neste campo de estudo, na ausência de elementos e capacidade técnica ou institucional para a realização de estudos aprofundados e acurados sobre as dinâmicas dos serviços ecossistêmicos, o uso de dados disponíveis, mesmo com as eventuais limitações envolvidas, pode ser um relevante instrumento de planejamento territorial urbano.

As revisões sobre o tema mostram que a maioria dos estudos sobre serviços ecossistêmicos disponíveis tratam apenas da oferta dos serviços, enquanto o aspecto da demanda não tem sido suficientemente considerado (BURKHARD et al. 2014).

A análise da oferta e da demanda de serviços ecossistêmicos pode ajudar a traçar estratégias mais claras ao planejamento urbano. Uma aplicação prática do estudo da relação entre oferta e demanda de SE foi realizada em um estudo holandês de 2014, realizado pela Agência Ambiental da Holanda (EGMOND e RUIJS, 2016), que mostrou as mudanças entre oferta e demanda de bens e serviços ecossistêmicos entre 1990 e 2013 (figura 6).

Figura 6. Tendências na oferta de bens e serviços ecossistêmicos entre 1990 e 2013 na Holanda.

Fonte: Egmond e Ruijs (2016).

Feld et al. (2009) compararam, de forma sistemática, indicadores de biodiversidade com indicadores de serviços ecossistêmicos, demonstrando que, embora o grande esforço recente em se desenvolver sistemas de indicadores, ainda há uma grande lacuna em se difundir seu uso, havendo necessidade de se desenvolver esquemas de monitoramento comuns aos diferentes habitats.

Czúcz et al. (2018) realizaram a mais recente revisão sistemática sobre indicadores de serviços ecossistêmicos. Foram analisadas 85 publicações e 440 indicadores. Dentre os resultados, destaca-se o fato de que os estudos consideraram mais frequentemente os serviços culturais e de regulação do que os serviços de provisão. Os serviços mais avaliados nos estudos foram regulação climática global, beleza estética, recreação e biorremediação. O tema regulação climática global foi considerado o melhor definido nos estudos e aquele com menos ambiguidade em avaliações práticas de serviços ecossistêmicos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Propor conjunto de indicadores de avaliação de capital natural e de serviços ecossistêmicos para a RMC, como subsídio à sustentabilidade de regiões metropolitanas

3.2. Objetivos específicos

1. Identificar a relação entre capital natural e serviços ecossistêmicos e suas principais forças motrizes e pressões
2. Evidenciar a importância do capital natural e dos serviços ecossistêmicos para a sustentabilidade urbana e metropolitana

3. Construir e validar conjunto de indicadores de capital natural e de serviços ecossistêmicos para regiões metropolitanas
4. Caracterizar capital natural existente e serviços ecossistêmicos prestados pelos municípios da Região Metropolitana de Curitiba e suas respectivas tendências ao desenvolvimento sustentável
5. Identificar impactos de dinâmicas socioeconômicas e de uso do solo sobre o capital natural e os serviços ecossistêmicos na RMC.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A proposição de um conjunto de indicadores de capital natural e de serviços ecossistêmicos para a avaliação do desenvolvimento sustentável sob a perspectiva do território, de que trata esta pesquisa de doutorado, é parte de um projeto de pesquisa mais amplo, no qual se propõe a criação de uma estrutura de indicadores baseada na interdependência entre os capitais natural, social e de infraestrutura, visando medir níveis de desenvolvimento de forma integral.

4.1. Objeto de estudo

O conjunto de indicadores foi desenvolvido, validado e aplicado, tendo como objeto de estudo a Região Metropolitana de Curitiba.

A região metropolitana de Curitiba (RMC) é composta por 29 municípios: Adrianópolis, Agudos do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo do Tenente, Campo Largo, Campo Magro, Cerro Azul, Colombo, Contenda, Curitiba, Doutor Ulysses, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Lapa, Mandirituba, Piên, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, Quitandinha, Rio Branco do Sul, Rio Negro, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná (figura 7).

Figura 7. Posição geográfica da Região Metropolitana de Curitiba.

POSIÇÃO GEOGRÁFICA

Fonte: COMEC (2012).

A RMC é a oitava região metropolitana mais populosa do Brasil, com 3.615.027 habitantes (IBGE, 2018), e concentra cerca de 30% da população do Estado. Também é a segunda maior região metropolitana do país em extensão, com 16.581,21km². A região, por sua localização geográfica estratégica, ocupa posição de relevância no contexto estadual e nacional pois está próxima dos principais mercados produtores e consumidores brasileiros e dos países do Mercosul, atraindo, assim, novas indústrias em vários municípios (COMEC, 2015).

4.2. Etapas da pesquisa

A pesquisa foi composta por quatro etapas: Etapa 1: Revisão de literatura, Etapa 2: Seleção dos indicadores, Etapa 3: Validação dos indicadores. Etapa 4: Análise do capital natural e dos serviços ecossistêmicos na RMC e Etapa 5. Avaliação crítica dos resultados (figura 8).

Figura 8. Etapas da pesquisa.

Fonte: Elaboração própria.

4.2.1. Etapa 1. Revisão de literatura

A primeira etapa da pesquisa constituiu-se de levantamento bibliográfico para a construção de marco conceitual referente ao tema, partindo da pesquisa de material já elaborado (GIL, 2002), portanto, de dados secundários, disponíveis em livros técnicos e científicos de leitura corrente, de referência informativa e remissiva, bem como em publicações periódicas em revistas e jornais científicos, e publicações em formato eletrônico.

Os temas explorados pelo levantamento bibliográfico envolvem desenvolvimento sustentável, desenvolvimento territorial, conceito de capital natural, social e construído, serviços ecossistêmicos, avaliação de sustentabilidade, modelos de indicadores, temas associados à biologia da conservação, manejo de ecossistemas e ecologia da paisagem, planejamento urbano, entre outros temas de interesse.

As principais bases de dados utilizadas foram *Web of Science*, *Scopus*¹ e os Bancos de Teses e Dissertações das principais universidades brasileiras.

Também compõem a revisão a legislação ambiental pertinente, como código florestal, as políticas nacionais de meio ambiente e recursos hídricos (bem como suas correspondentes em âmbito estadual e municipal quando aplicável), planos de manejo de áreas protegidas, planos diretores municipais.

Outro banco de dados utilizado foi o site da IISD (*International Institute for Sustainable Development*), que traz uma lista de mais de 600 modelos de indicadores em fase de elaboração (ou já elaborados) ao redor do mundo.

4.2.2. Etapa 2. Seleção dos indicadores

No processo de definição de indicadores, Martínez (2009) considera importante iniciar com a elaboração de uma lista de indicadores potenciais, que reflitam as necessidades de informação para a tomada de decisão. Para tanto, deve-se partir dos problemas ambientais ou de sustentabilidade sobre os quais se queira agir.

Desta maneira, a segunda etapa da pesquisa se constituiu na seleção dos indicadores para análise do capital natural e dos serviços ecossistêmicos RMC, por meio de revisão de literatura nas bases *Web of Science* e *Scopus*.

A seleção dos indicadores foi realizada a partir dos seguintes critérios (OLEWILER, 2006):

- Adequação ao contexto da RMC
- Relevância em relação ao tema estudado
- Disponibilidade de dados / Custos de coleta e desenvolvimento realistas (a obtenção de indicadores pode ser custosa, especialmente para áreas

¹ Bases de dados acessadas via Portal de Periódicos CAPES.

metropolitanas; assim, a escolha do indicador deve se basear no que é viável mais do que no que é ideal).

- Qualidade, consistência e confiabilidade
- Amplitude geográfica adequada (escala espacial e temporal apropriada, municipal, no caso deste estudo, e comparável ao longo do tempo)

4.2.3. Etapa 3. Validação dos indicadores

A validação do conjunto de indicadores propostos foi realizada a partir da aplicação de um questionário com especialistas, entre profissionais que atuam e/ou estudam temas ligados ao capital natural e serviços ecossistêmicos. O objetivo desse questionário foi validar um conjunto de indicadores utilizado para avaliar o capital natural e a oferta e demanda de serviços ecossistêmicos na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), visando contribuir para sua gestão sustentável.

Foi adotada nesta etapa a abordagem metodológica baseada em especialistas, que lança mão da opinião, conhecimento ou julgamento de especialistas para construção ou validação de modelos. Por especialista considera-se o indivíduo que possui experiência ou expertise em alguma dimensão em particular, por meio de estudo, treinamento ou envolvimento prático (IPBES, 2016; RAYMOND et al., 2010).

Utiliza-se a visão de especialista adotada por Krueger et al. (2012), centrada em sua experiência em relação a um tópico de interesse. Assim, especialistas podem também ser *stakeholders*, ou atores envolvidos, desde que estes tenham conhecimento e efetiva conexão com o tema tratado. Para Krueger et al. (2012), todo especialista é, também, um *stakeholder*, no sentido de que podem afetar o delineamento de um modelo (ou, no caso desta tese, um conjunto de indicadores) e, por conseguinte, seus resultados. Os autores consideram contraproducente e irrealista uma separação clara entre ambos.

O processo de validação do conjunto de indicadores proposto no estudo foi realizado aplicando-se o método Delphi, caracterizado como um método de estruturação de processo de comunicação em grupo, de forma que esse

processo seja efetivo em permitir que um grupo de indivíduos lide com um problema complexo (LINSTONE e TUROFF, 1975, p. 3). Os autores afirmam que essa comunicação estruturada, para ocorrer, deve envolver: algum *feedback* das contribuições individuais de informação e conhecimento, algum tipo de avaliação do julgamento ou visão do grupo, alguma oportunidade para que os indivíduos revisem suas visões e algum grau de anonimato nas respostas. No entanto, não existe uma única forma de se aplicar o método. Dentre as aplicações existentes já apontadas pelos autores na obra de 1975, uma delas é a estruturação de modelos (LINSTONE e TUROFF, 1975).

Delphi foi a técnica considerada mais apropriada para a validação do conjunto de indicadores do estudo por ser útil para se estruturar o aperfeiçoamento de instrumentos de pesquisa. Outros estudos já aplicaram a técnica no contexto de indicadores e de serviços ecossistêmicos e demonstraram a eficiência do método em integrar conhecimentos e criar consenso (NAHUELHUAL et al. 2013; BENITEZ-CAPISTROS, HUGÉ e KOEDAM, 2014; BARRON, SHEPPARD e CONDON, 2016; DROBNIK et al., 2018). Nahuelhual et al. (2013) usaram Delphi para validar atributos e critérios que definem recreação e ecoturismo, visando a criação e análise de indicadores.

Benitez-Capistros, Hugé e Koedam (2014) usaram a técnica como abordagem participativa para selecionar indicadores relevantes para caracterizar os impactos ambientais e suas relações como as atividades humanas e serviços ecossistêmicos nas ilhas Galápagos. Barron, Sheppard e Condon (2016) utilizaram a técnica para validar um conjunto de indicadores chave para florestas urbanas resilientes. Drobniak et al. (2018) determinaram as funções do solo mais relevantes para a manutenção de serviços ecossistêmicos por meio do Delphi, visando a criação de índices de qualidade do solo. Neste último estudo o uso do Delphi foi desafiador pela dificuldade de obter consenso frente a um tema complexo como as funções do solo.

O uso mais comum do Delphi implica em um formato individualizado, em que o pesquisador elabora um texto, contendo um conjunto de indicadores que julga serem fundamentais para determinada avaliação e compartilha sua versão preliminar com especialistas no assunto. Pede-se a colaboração para revisão do material, com o estabelecimento de um prazo para correção, acréscimos e

supressões. Em seguida, o pesquisador incorpora ao modelo original a síntese das contribuições. A “base da técnica Delphi é o reconhecimento da superioridade do juízo de pessoas experientes em relação ao juízo individual ou de um pequeno grupo” (MINAYO, 2009, p. 88).

Algumas vantagens do uso da técnica Delphi são a possibilidade de se aplicar os questionários por correio ou meio eletrônico, o que possibilita maior adesão sem necessidade de conciliar agendas, e a garantia de anonimato que elimina a influência de fatores como o “status” acadêmico ou profissional, evitando constrangimentos e possibilitando uma participação mais ativa (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

Com a técnica Delphi, os participantes podem responder ao questionário de acordo com sua disponibilidade de tempo, com liberdade de reflexão, ao contrário de encontros presenciais, que exigem que os participantes estejam reunidos simultaneamente e respeitem o momento adequado para falar e contribuir (PADILHA, 2009).

Uma das limitações ou críticas ao método Delphi é justamente a dificuldade de escolher o grupo de especialistas adequado ao problema de pesquisa que se apresenta (RIBEIRO, 2006). Para garantir a heterogeneidade da amostra de especialistas participantes do estudo (LINSTONE e TUROFF, 1975), foram selecionados profissionais de diferentes instituições e áreas geográficas, embora todos tenham atuação no tema estudado.

A aplicação dos questionários utilizando a técnica Delphi é realizada em rodadas, geralmente duas a três (BESEN, 2011; PADILHA, 2009; RIBEIRO, 2006). Para cada rodada estabelece-se um prazo para devolução dos questionários. Assim, é dada aos participantes ao menos uma oportunidade para reverem suas opiniões individuais com base na opinião do grupo (RIBEIRO, 2006). Esse processo é repetido até que a divergência de opiniões entre especialistas tenha se reduzido a um nível satisfatório e a resposta da última rodada seja considerada como a previsão do grupo (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

O questionário foi submetido ao Comitê de Ética da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, que emitiu parecer aprovando à aplicação do questionário (n. parecer 3.051.654) (anexo 1). Cada participante da pesquisa

recebeu e assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aceitando participar da pesquisa (anexo 2) e tendo garantida a preservação da identidade dos respondentes, possibilidade de recusa à qualquer momento e ciência sobre benefícios e riscos da pesquisa.

Em relação ao número de especialistas selecionado, é pertinente ressaltar que:

“não se pretende que o Delphi seja um levantamento estatisticamente representativo da opinião de um determinado grupo amostrado. É, essencialmente, uma consulta a um grupo limitado e seletivo de especialistas que através de sua capacidade de raciocínio lógico, da sua experiência e da troca objetiva de informações, procura chegar a opiniões conjuntas sobre as questões propostas. Nesta situação, as questões de validade estatística da amostra e dos resultados não se aplicam” (p. 64).

Para subsidiar o processo de escolha dos indicadores por parte dos especialistas, foi utilizada uma classificação por escala de relevância de cada indicador proposto: Muito relevante (4) / Relevante (3) / Irrelevante (2) / Inadequado (1) para o que o estudo propôs. A escala de relevância permitiu que os dados fossem homogeneizados para se definir os indicadores selecionados para o estudo. Um exemplo de escala para seleção de indicadores foi proposto em 1932 por Rensis Likert, por meio do qual o informante manifesta o seu grau de aceitação do indicador proposto (PADILHA, 2009).

No caso da validação dos indicadores propostos neste estudo, o prazo inicial para a 1ª rodada de validação foi de 10 dias, após o envio do questionário (anexo 3). Após a finalização deste prazo, os especialistas que não participaram foram contatados e convidados a devolverem o questionário com suas contribuições. Desta forma, o prazo foi estendido para 18 dias no total na primeira rodada.

O retorno foi de 12 questionários, de 20 enviados. Isso correspondeu a 60% do total, um valor satisfatório. Ribeiro (2006), por exemplo, teve taxas de resposta variando entre 22 e 100% conforme os grupos alvo da pesquisa. Normalmente, há uma taxa de abstenção entre 30% e 50% na primeira rodada e de 20% a 30% na segunda (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

A sistematização das avaliações foi realizada com uso do programa Excel. A análise posterior dos questionários foi realizada a partir de estatística descritiva, com o objetivo de se avaliar o grau de consenso entre os especialistas em relação aos indicadores apresentados, utilizando-se moda e frequência, após a organização dos dados em planilhas. Os indicadores que obtiveram consenso foram aqueles cuja frequência acumulada das modas 4 (muito relevante) e 3 (relevante) se situassem acima do terceiro quartil da amostra, ou seja, aqueles em que o número de votos, somadas as escalas “Muito relevante” e “Relevante”, foi igual ou superior a 75% dos sujeitos (BESEN, 2011; PADILHA, 2009; RIBEIRO, 2006).

No caso de haver justificativas ou comentários qualitativos associados a dados quantitativos, buscou-se relacionar os argumentos às projeções quantitativas correspondentes (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

A partir da análise dos resultados obtidos na primeira rodada de validação, foi elaborado um segundo questionário com indicadores de capital natural, de serviços ecossistêmicos e de contexto, juntamente com a tabulação dos resultados obtidos na primeira rodada, e realizada a segunda rodada Delphi (anexo 4). Isso permitiu que os participantes recebessem um feedback de sua participação e pudessem interagir com a visão dos demais participantes, possibilitando reavaliações e contribuições adicionais (VEIGA et al., 2013).

Figura 9. Número de questionários enviados e respondidos – validação Delphi

	Nº questionários enviados	Nº questionários respondidos 1ª rodada	Nº questionários respondidos 2ª rodada
Poder público	5	3	1
Pesquisadores	6	4	2
Terceiro setor	9	5	2
Total	20	12	5

Fonte: Elaboração própria.

Após as duas rodadas de validação, foi elaborado um painel com um panorama geral dos resultados obtidos em todas as etapas, com a apresentação da lista de indicadores para os quais houve consenso (VEIGA et al., 2013).

Figura 10. Fluxograma da técnica Delphi aplicada à pesquisa.

Fonte: Adaptado de Veiga et al. (2013) e Wright e Giovanazzo (2000).

4.2.4. Etapa 4. Aplicação dos indicadores na Região Metropolitana de Curitiba

A análise dos indicadores de capital natural e de serviços ecossistêmicos na RMC foi composta de coleta de dados e análise dos resultados, realizada tanto temporal quanto espacialmente.

A coleta de dados para medição dos indicadores de capital natural e de serviços ecossistêmicos na RMC envolveu a consulta às bases de dados disponíveis,

como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), Prefeituras da região metropolitana, MapBiomas e outras fontes.

- Análise temporal de tendências em direção à sustentabilidade. A tendência positiva, estável ou negativa depende do que se deseja atingir com o indicador.

O período para estudos que utilizam escala temporal pode variar de uma década a um século. Mas é preciso ressaltar o que Costanza e Patten (1995) alertaram a respeito dos estudos sobre sustentabilidade, que as definições de sustentabilidade são, na verdade, predições das características dos sistemas, que se espera que levem à sustentabilidade. Como qualquer projeção, há incertezas envolvidas. Só é possível determinar a sustentabilidade de um sistema após a ocorrência do fato em si.

- Análise espacial para avaliação da heterogeneidade da metrópole em relação ao capital natural e ao fornecimento dos serviços ecossistêmicos de provisão de água e alimentos e regulação climática global.

A análise espacial, frente à perspectiva da sustentabilidade, é única para cada situação analisada. Isso porque não há um tipo ou nível específico de heterogeneidade espacial que contribua para a produção sustentável de serviços ecossistêmicos. A questão levantada por Turner et al. (2013) é justamente essa, ao apontarem prioridades de pesquisa no campo da sustentabilidade da paisagem. A paisagem é dinâmica e única: a composição e configuração dela pode melhorar o fornecimento de alguns serviços e deixar outros vulneráveis à degradação.

4.2.5. Etapa 5. Avaliação crítica dos resultados

A inserção desta última etapa foi inspirada no estudo de Ribeiro (2006) que propôs indicadores ambientais para avaliação da política de meio ambiente do Estado de Minas Gerais e utilizou o método delphi para validação dos indicadores.

4.3. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O estudo englobou, dentre os indicadores de serviços ecossistêmicos, apenas dois serviços de provisão (água e alimentos) e um de regulação (sequestro de carbono). Indicadores de provisão são frequentemente estudados, quando se revisa a literatura. No entanto, outros serviços, como valores estéticos, recreação, retenção de nutrientes e autopurificação de rios, são exemplos de indicadores raramente mencionados (FELD et al., 2009). Desta forma, considera-se importante que novos estudos sobre indicadores de capital natural e serviços ecossistêmicos preencham essa lacuna.

Outra importante limitação é que alguns indicadores, devido a ausência de dados específicos, correspondem a indicadores proximais (*proxy*). É o caso, por exemplo, de Consumo de alimentos per capita e Emissão de carbono. Esses indicadores, mesmo com a limitação da falta de dados, foram considerados muito relevantes para a análise e, por essa razão, foram mantidos.

Além disso, a análise de indicadores não envolveu modelagem e criação de cenários, instrumento que permite detalhamento dos processos biofísicos e diminuição das incertezas nos dados obtidos. Já existem softwares que permitem esse tipo de análise, como o InVEST (*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*), e têm sido amplamente utilizados no campo dos serviços ecossistêmicos.

5. CONSTRUÇÃO DO CONJUNTO DE INDICADORES PARA ANÁLISE DO CAPITAL NATURAL E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

5.1. Definição da base teórica e dos elementos do conjunto de indicadores

A construção do conjunto de indicadores buscou responder às seguintes perguntas: Quais indicadores devem ser utilizados para se analisar o capital natural e os serviços ecossistêmicos no âmbito metropolitano? Como analisar o

estado e as tendências do capital natural e sua capacidade de garantir a provisão de serviços ecossistêmicos?

Este conjunto de indicadores busca não apenas ampliar o conhecimento e as discussões sobre capital natural e serviços ecossistêmicos na escala metropolitana, mas também dar subsídios à tomada de decisão e ao processo de governança metropolitana. Para isso, entende-se que a análise dos indicadores propostos deve permitir analisar tendências positivas ou negativas e o perfil dos municípios da região metropolitana, no caso Curitiba, no que tange aos estoques de capital natural e ao fluxo de serviços. Compreender o estado de cada município pode auxiliar a traçar metas ou estratégias para a sustentabilidade urbana da metrópole, a partir de uma perspectiva integrada.

A utilização de indicadores de sustentabilidade tem como um de seus desafios a possibilidade de comparação entre dados. As comparações temporais permitem mostrar tendências (estagnação, melhora ou deterioração de determinada condição), comunicando as condições de algo aos tomadores de decisão e à sociedade. As comparações espaciais entre duas bases territoriais “permitem a classificação dos territórios e regiões, servindo de motivação para a busca de melhorias contínuas” (GUIMARÃES e FEICHAS, 2009; GALLOPÍN, 1996).

A aplicação de indicadores é, segundo Czúcz e Arany (2016), a forma mais direta de se obter informações com relevância política sobre a complexa relação entre serviços ecossistêmicos e sociedade.

Não se propôs neste estudo criar um conjunto de indicadores de sustentabilidade, dissociado do que já vem sendo proposto. A ideia aqui foi elaborar um sistema baseado em dados e informações já existentes, ao menos em sua maioria, e para os quais já exista dados ou cuja medição seja acessível tecnicamente, a partir de proposições teóricas recentes do campo do capital natural e dos serviços ecossistêmicos e no contexto da sustentabilidade, da territorialidade e das metrópoles.

Evitou-se o que Mitroff e Turoff (1975) descreveram como a elaboração de modelos altamente sofisticados com pouca ou nenhuma preocupação com os problemas relacionados à obtenção dos dados ou a proliferação interminável de

dados que pouco dialogam com os modelos já existentes. O resultado foi uma proposta enxuta, contendo indicadores chave que possam ser coletados ou calculados a partir de dados secundários existentes ou cujo cálculo seja possível por meio de sistemas de georreferenciamento livres.

A sustentabilidade é composta, segundo autores como Sachs (1997), por cinco dimensões: social, econômica, ecológica, geográfica e cultural. Outros autores citam apenas as dimensões sociais, ecológicas e econômicas (GALLOPÍN, 2003; GUIMARÃES, 1998). Apesar das diferentes visões acerca do que compõe a sustentabilidade, é consenso que indicadores restritos a apenas uma dimensão não refletem a sustentabilidade de uma região (GUIMARÃES e FEICHAS, 2009).

Nesse sentido, embora não se proponha a análise de todos os aspectos da sustentabilidade para verificação do progresso da metrópole nesse sentido, mas sim a contribuição do capital natural e de serviços ecossistêmicos para a sustentabilidade metropolitana, considera-se importante que a estrutura de indicadores aqui proposta contextualize aspectos das diferentes dimensões da sustentabilidade, indicando impactos que o capital construído e social (MEADOWS, 1998) possa ter sobre os recursos e serviços da natureza.

Trata-se de um conjunto de indicadores de segunda geração que se aproxima do que Quiroga-Martinez (2003) define como indicadores de sustentabilidade de terceira geração em que se busca vinculações e sinergias entre os temas tratados.

Um dos sistemas de indicadores de sustentabilidade mais popular é o PER (Pressão-Estado-Resposta), proposto originalmente pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico em 1993. Ele busca descrever as dinâmicas de um problema ambiental. Uma versão ampliada do PER é o PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta) utilizado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) na elaboração da série *Global Environment Outlook* (GEO).

Inspirado nesse modelo, o conjunto de indicadores proposto inclui indicadores de contexto que se referem à forças-motrizes e pressões sobre o capital natural e os serviços ecossistêmicos.

Existe uma lacuna de conhecimento na análise de indicadores de serviços ecossistêmicos em nível metropolitano, considerando como unidades de análise dos municípios. Se são extremamente relevantes os estudos que objetivam analisar serviços ecossistêmicos na escala da paisagem, são também fundamentais os estudos que apresentem indicadores para as unidades territoriais da região metropolitana. Essa análise objetiva um subsídio prático à tomada de decisão (BURKHARD et al., 2012), ao passo que as análises em escala da paisagem, que levam em conta os atributos geobiofísicos, embora mais detalhadas e pormenorizadas, em geral não permitem a delimitação do perfil e dos atributos de cada município, como unidades administrativas, em relação ao seu capital natural e os serviços ecossistêmicos que fluem a partir dele.

Existe um paradoxo na utilização de dados a nível municipal. Se por um lado os recursos e problemas ambientais não se limitem a unidades administrativas, o que fortalece o argumento de que são necessários estudos em escalas mais adequadas à realidade, como a das bacias hidrográficas, também é fato que grande parte dos dados estão disponíveis em nível municipal e que os municípios são unidades administrativas que gerem recursos e ações que impactam na qualidade ambiental, positiva ou negativamente. Assim, é estratégica a existência de estudos em nível municipal, no entanto, não de forma isolada, mas como parte de um conjunto mais amplo: a região metropolitana, da qual fazem parte municípios com aspectos em comum.

Analisar o progresso de uma cidade ou metrópole em relação à sustentabilidade é um esforço complexo. Ao se optar por um ou outro modelo de análise, é natural que se estabeleça um viés, ou seja, que o sistema ou conjunto de indicadores permita apenas uma visão parcial da realidade a que se propõe analisar. Com isso em mente, procedeu-se a definição de um recorte analítico que fosse relevante politicamente, embora não exaustivo.

Para tanto, adotou-se como base o estudo de Wood et al. (2018) sobre o papel dos serviços ecossistêmicos para se atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Os autores identificaram, por meio de um *survey* com especialistas do mundo todo no tema, que os serviços ecossistêmicos podem desempenhar importantes contribuições para se atingir 41 metas de 12 ODS (foram analisados

apenas os ODS relacionados à ambiente e bem estar humano), com destaque para quatro serviços que contribuem para uma gama maior de metas: provisão de água, provisão de alimentos, habitat e manutenção da biodiversidade e estoque e sequestro de carbono.

O serviço ecossistêmico nomeado por Wood et al. (2018) como estoque e sequestro de carbono é, na verdade, o serviço de regulação climática adotado pela tipologia TEEB (2003), em escala global. Por vezes pode-se adotar o termo regulação climática local, mas tanto para TEEB quando para MEA este termo seria correspondente à regulação da qualidade do ar (microclima), serviço não incluído no modelo de análise por não ter sido considerado por Wood et al. (2018) como um dos quatro principais serviços ecossistêmicos a contribuírem para o atingimento dos ODS.

Desta forma, aplicou-se o estudo de Wood et al. (2018) como recorte analítico, o que permitiu o delineamento dos elementos chave do modelo (figura 11), para se analisar a contribuição do capital natural e dos serviços ecossistêmicos para o desenvolvimento sustentável metropolitano.

Figura 11. Serviços ecossistêmicos selecionados para o conjunto de indicadores proposto.

Fonte: Elaboração própria.

Os três primeiros foram aqui considerados como serviços ecossistêmicos propriamente. O quarto, habitat e manutenção da biodiversidade, embora tenha sido entendido por Wood et al. (2018) como um serviço, para o TEEB (modelo

utilizado pelo estudo como referência) a terminologia adotada seria “Manutenção dos ciclos de vida”, um serviço considerado de suporte.

Os serviços ecossistêmicos são divididos popularmente em quatro tipos: provisão, regulação, suporte e culturais (MA, 2005, TEEB, 2010). No entanto, tem se ampliado a discussão sobre como esse modelo pode gerar sobreposições entre os serviços prestados pela natureza, ao se nomear como serviço de suporte o que na verdade seriam processos, estruturas e funções inerentes aos ecossistemas. Essa perspectiva ganhou força com o modelo da cascata de serviços ecossistêmicos proposto por Potschin e Haines-Young (2011), que considera que o Estado do ecossistema (sua estrutura biofísica ou processo, ex. cobertura vegetal ou produtividade primária) dá base para a capacidade do sistema em gerar serviços ecossistêmicos potenciais, que permite um fluxo real de serviços (como proteção contra inundações ou colheita de alimentos) e o bem-estar humano (ex. segurança e saúde).

Essa perspectiva tem sido adotada em diversos estudos sobre indicadores de serviços ecossistêmicos (ex. VAN OUDENHOVEN et al., 2012; KANDZIORA e MÜLLER, 2014; MAES et al. 2014, 2016, SPANBERG et al. 2014 e MONONEN et al., 2016). No entanto, não há ainda uma análise detalhada das estratégias potenciais para se selecionar indicadores e métodos utilizando o modelo da cascata (CZÚCZ e ARANY, 2016). Além disso, os próprios autores do modelo publicaram artigo contendo uma análise sobre a utilização e aplicabilidade do modelo em estudos sobre o tema. Apesar da riqueza teórica de estudos que utilizam a cascata como modelo, ferramenta para a mudança de olhar ou base analítica e do importante papel do modelo para sensibilização sobre o tema, sua aplicação dificultou, muitas vezes, a conexão entre o estudo e questões sociais mais amplas, como bem-estar humano, gestão sustentável dos ecossistemas, governança, etc. (POTSCHIN-YOUNG et al. 2018).

Deste modo, o modelo da cascata de serviços ecossistêmicos, embora esclareça com maior propriedade o que é processo ou função de um ecossistema e o que de fato se configura como um bem ou serviço ecossistêmico, torna complexo o olhar a partir do uso de indicadores (POTSCHIN-YOUNG et al. 2018). Embora seu entendimento favoreça a noção de separação entre o que se considera como o estado de um ecossistema, ou capital natural, e o que se considera como um

serviço ecossistêmico, não se adotou a cascata como referencial para a construção do sistema de indicadores para a RMC, e sim a diferenciação entre capital natural e os serviços ecossistêmicos que fluem a partir desse capital (BURKHARD et al. 2014; COSTANZA e DALY, 1992).

Tendo em vista que serviços de suporte são complexos de se mensurar e correspondem, na verdade, a funções ecossistêmicas, como no caso de “habitat e manutenção da biodiversidade”, esse serviço não foi diretamente considerado no conjunto de indicadores, no entanto, entende-se que a biodiversidade como capital natural permite abordar esse importante aspecto dos ecossistemas que dá base para a provisão de diversos serviços ecossistêmicos.

Assim, o que Wood et al. (2018) consideram como “Habitat e manutenção da biodiversidade” é aqui tratado como estoque, ou capital natural, e não serviço ecossistêmico. A biodiversidade desempenha múltiplos papéis na provisão de serviços ecossistêmicos, atuando como reguladora dos processos ecossistêmicos, como aponta Mace et al. (2011), mas ainda há campo vasto para estudos que avaliem a complexidade da relação entre biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Layke et al. (2009), nesse sentido, afirmam que tanto indicadores de estoque (capital natural) como de fluxo (serviços ecossistêmicos) são necessários para embasar as decisões políticas, sendo prioridade desenvolver e implantar indicadores de ambos.

Desta forma, a primeira etapa da construção do conjunto de indicadores aqui proposto consistiu em definir a divisão entre indicadores de capital natural, e indicadores de serviços ecossistêmicos.

Os indicadores de Capital Natural correspondem, na prática, à quantificação de elementos naturais da paisagem: água, biodiversidade e áreas agrícolas.

Czúcz et al. (2018), em estudo que analisou publicações europeias sobre serviços ecossistêmicos, identificando boas e más práticas no processo de seleção e quantificação de indicadores de serviços ecossistêmicos ressaltam que, devido à complexidade dos sistemas socioecológicos, é preciso fazer distinção entre estoque e fluxo na medida do possível, utilizando unidades

normalizadas temporalmente e espacialmente. Essa perspectiva de análise temporal foi considerada essencial na análise dos indicadores de capital natural e serviços ecossistêmicos para a RMC, pois permite apontar tendências do capital natural e dos serviços ecossistêmicos em relação à sustentabilidade.

As revisões sobre o tema mostram que a maioria dos estudos sobre serviços ecossistêmicos disponíveis tratam apenas da oferta dos serviços, enquanto o aspecto da demanda não tem sido suficientemente considerado (BURKHARD et al. 2014).

A seleção de indicadores de oferta e de demanda para provisão de alimentos, especialmente, esbarra na dificuldade em se rastrear o fluxo real desse serviço, ou seja, quem de fato são os beneficiários diretos. Os alimentos produzidos em determinada localidade da região metropolitana não serão exclusivamente consumidos no município onde foram produzidos. Quanto mais detalhada for a análise entre unidades produtoras e beneficiárias dos serviços, mais confiável se tornam os resultados obtidos (BURKHARD et al. 2014). Não obstante, indicadores proximais podem ser utilizados. A análise da oferta e demanda de alimentos nos municípios da RMC permite analisar disparidades entre esses municípios, enaltecendo a alta demanda pelo serviço especialmente nas áreas mais urbanizadas da metrópole.

Após a definição de que o conjunto de indicadores deveria ser composto por indicadores de capital natural e também de serviços ecossistêmicos, procedeu-se à inclusão de um terceiro elemento nesse conjunto: as forças-motrizes/pressões sobre ambos. Essa inclusão partiu da proposta conceitual de Meadows sobre os capitais essenciais ao bem-estar humano (construído, social e natural), como já mencionado nesta tese. A interação entre os capitais pode gerar feedbacks negativos ou positivos. Nesse sentido, há forças-motrizes antropogênicas, como a urbanização e os arranjos institucionais, que tem acelerado a extinção de espécies e alterado as propriedades dos ecossistemas em grande escala (IPBES, 2016), influenciando na provisão de serviços ecossistêmicos.

Assim, considerou-se relevante a inclusão, no sistema, de indicadores relacionados à essas forças-motrizes/pressões. A seleção dos indicadores partiu

das forças motrizes e pressões definidas em um extenso relatório metodológico sobre avaliação de serviços ecossistêmicos elaborado pela IPBES (2016).

Assim, a partir da base teórica apresentada, foi proposto um esquema conceitual que orienta este estudo (figura 12).

Figura 12. Esquema conceitual elaborado como base para construção do conjunto de indicadores.

Fonte: Elaboração própria.

5.2. Seleção dos indicadores

Após a definição dos elementos principais do modelo, foi analisado o referencial teórico sobre indicadores de serviços ecossistêmicos, usando como base as principais revisões sistematizadas realizadas sobre o tema, especialmente os que listam indicadores, como Egoh et al. (2012); Layke et al. (2009), Maes et al., 2014 e Czúcz et al. (2018). O estudo de Layke et al. (2009), do World Resources

Institute (WRI), foi considerado chave, pois compilou e analisou os indicadores de serviços ecossistêmicos aplicados na Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005).

Quadro 3. Principais referências bibliográficas utilizadas na elaboração do sistema de indicadores de capital natural e serviços ecossistêmicos para avaliação de sua contribuição ao desenvolvimento territorial sustentável da Região Metropolitana de Curitiba.

Referências bibliográficas	Utilização no sistema de indicadores
Wood et al. (2018)	Definição dos serviços ecossistêmicos (provisão de água, provisão de alimentos, sequestro de carbono e manutenção da biodiversidade, este último considerado aqui como capital natural) a partir de sua contribuição para os ODS
Layke (2009); Baró, Gómez-Baggethun e Haase (2017) e Burkhard et al. (2014).	Indicadores de oferta e demanda de serviços ecossistêmicos
IPBES (2016)	Definição das forças-motrizas e pressões sobre o capital natural e os serviços ecossistêmicos
CBD (2016)	Indicadores de capital natural

A seleção dos indicadores foi realizada a partir dos seguintes critérios (OLEWILER, 2006): adequação ao contexto da RMC; relevância em relação ao tema estudado; disponibilidade de dados/custos de coleta e desenvolvimento realistas (a obtenção de indicadores pode ser custosa, especialmente para áreas metropolitanas; assim, a escolha do indicador deve se basear no que é viável mais do que no que é ideal); qualidade, consistência e confiabilidade e amplitude

geográfica adequada (escala espacial e temporal apropriada, municipal, no caso deste estudo, e comparável ao longo do tempo).

O resultado desse processo de revisão bibliográfica e seleção de indicadores gerou um sistema composto por 12 indicadores de capital natural (divididos em água, agricultura e biodiversidade), 12 indicadores de serviços ecossistêmicos, sendo 5 indicadores de provisão de água (3 de oferta e dois de demanda), 4 de provisão de alimentos (2 de oferta e 2 de demanda) e 3 de regulação climática global (1 de oferta e 2 de demanda), além de 19 indicadores de contexto (pressão sobre os serviços ecossistêmicos), divididos nos temas economia, demografia, influências socioculturais, aspectos institucionais/governança, uso do solo, mudanças climáticas e poluição. As descrições e fontes dos indicadores constam no anexo 5 - Ficha dos Indicadores e a contextualização de cada dimensão é apresentada a seguir.

5.2.1. Indicadores de capital natural

Indicadores de capital natural medem o estoque de recursos naturais que gera um fluxo de bens e serviços ecossistêmicos utilizados para o bem-estar humano.

Para seleção dos indicadores de habitat e biodiversidade, utilizou-se como base o documento Indicadores para o Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011-2020 e para as Metas de Aichi, aprovado na 13ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica, no México, em 2016. No documento encoraja-se o uso da lista atualizada de indicadores de forma flexível e adaptável às necessidades e a seleção daqueles para os quais haja informações disponíveis e sejam fáceis de comunicar. Também enfatiza as vantagens em se alinhar os indicadores do Plano Estratégico para Biodiversidade 2011-2020 àqueles relacionados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (CBD, 2016).

Dos indicadores de estado listados pela CBD (2016), foram selecionados aqueles para os quais há dados disponíveis em nível municipal, para a RMC, reafirmando a conclusão do estudo de Feld et al. (2009) de que há uma consistente diferença de disponibilidade e aplicação de indicadores para as

diferentes escalas. Desta forma, só há indicadores viáveis de biodiversidade, ou seja, com dados disponíveis em nível regional, que se referem indiretamente a esse componente do capital natural. FELD et al. (2009), nesse sentido, identificaram que mais da metade dos indicadores de biodiversidade levantados em seu amplo estudo abordam a biodiversidade de forma indireta, utilizando medidas com área de habitat, parâmetros de gestão e medidas de fragmentação. Indicadores bióticos são mais frequentes em estudos de escala da paisagem (manchas), enquanto indicadores abióticos são dominantes em estudos regionais, sub-globais e globais. Assim, foram utilizados indicadores indiretos de biodiversidade.

O indicador de Área de vegetação nativa como proporção da área total do território (% do município) é considerado um indicador chave, por ser amplamente aceito e utilizado. O indicador de Área florestal como proporção da área total do território foi incluído de forma complementar, por ser considerado pela CDB como um indicador da meta 15.1 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. O indicador de Área Prioritária para Conservação como proporção da área total do território (% do município) é um indicador que se baseia no que propõe a CDB, mas inspirado diretamente em estudos realizados pelo MMA e na Resolução n. 05/2009 da SEMA/IAP que estabelece o mapeamento de Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no Estado do Paraná.

O indicador de Extensão de habitats naturais (área do território exceto área urbana e agricultura) (hectares), baseado na CDB, pode englobar, além das florestas nativas, outras formações vegetais não florestais, além de praias, dunas, afloramentos rochosos naturais e corpos d'água, como rios, lagos e represas. No caso da RMC, o indicador resultou apenas da soma da área de floresta nativa e corpos d'água no território, pela falta de uma fonte de dados que identifique os campos naturais, formação abundante na RMC.

Porcentagem do município com Unidades de Conservação (% do município) e Número de unidades de conservação (federais, estaduais e municipais) por município foram baseados na CDB. Já Vegetação nativa em áreas de Reserva Legal/APP (hectares) e Vegetação nativa por habitante (m²/habitante) foram incluídos tendo como base um relatório sobre conservação da biodiversidade da

RMC elaborado pela SPVS (2018). O primeiro indicador foi incluído para retratar a vegetação nativa em propriedades rurais, a partir de dados do Cadastro Ambiental Rural e parte do princípio de que as áreas declaradas pelos proprietários são de vegetação nativa. Essa vegetação, ainda que fragmentada e eventualmente em más condições pode ter papel de conexão entre fragmentos maiores, funcionando como microcorredores ou trampolins para fauna (SPVS, 2018).

Por fim, foram incluídos indicadores relacionados à água e agricultura, na intenção de se retratar o capital natural que dá base para a geração dos serviços de provisão de água e de alimentos inseridos no conjunto de indicadores. Assim, foram inseridos indicadores que pudessem retratar o estoque, calculado em área. Para agricultura foram selecionados inicialmente Área agrícola (hectares), Número de unidades de produção orgânica/agricultura sustentável, este baseado na CDB e Área de pastagens degradadas (hectares), escolhido por retratar o estado do capital natural que dá base à agricultura. Como indicador de água foi utilizada a Área de proteção aos mananciais (% do município) que retrata o capital natural hídrico de interesse para o abastecimento, de forma aproximada. Este indicador representa uma solução à dificuldade de se mensurar recursos hídricos em nível municipal, já que a unidade básica nesse caso é a bacia hidrográfica. Por si, tem como limitação não indicar o estado dos recursos hídricos (quadro 4).

Quadro 4. Indicadores de capital natural selecionados inicialmente.

Tema	Indicador	Referência chave
Agricultura	Área agrícola (hectares)	-
	Número de unidades de produção orgânica/agricultura sustentável	CDB (2016)
	Área de pastagens degradadas (hectares)	IPARDES
Água	Área de proteção aos mananciais (% do município)	-
Bio div ersi	Área florestal como proporção da área total do território (indicador meta 15.1 ODS) (% do município)	CDB (2016) / ODS

Área de vegetação nativa como proporção da área total do território (% do município)	CDB (2016)
Área Prioritária para Conservação como proporção da área total do território (% do município)	Baseado em CDB (2016)
Extensão de habitats naturais (área do território exceto área urbana e agricultura) (hectares)	CDB (2016)
Porcentagem do município com Unidades de Conservação (% do município)	CDB (2016)
Número de unidades de conservação (federais, estaduais e municipais) por município	CDB (2016)
Vegetação nativa em áreas de Reserva Legal/APP (hectares)*	SPVS (2018)
Vegetação nativa por habitante (m ² /habitante)	SPVS (2018)

Indicadores de serviços ecossistêmicos

Embora existam vários serviços ecossistêmicos prestados pela natureza, neste estudo foram selecionados três considerados por Wood et al. (2018) como serviços que podem contribuir mais amplamente para o atingimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS): serviço de provisão de alimentos, serviços de provisão de água e regulação climática global.

A análise do fornecimento de serviços ecossistêmicos deve considerar não somente sua provisão, mas também as necessidades humanas em relação a esses serviços, ou seja, sua demanda, dimensão que não tem sido suficientemente considerada (BURKHARD et al., 2012, 2014).

A análise da oferta e demanda de diferentes serviços ecossistêmicos pode auxiliar tomadores de decisão a adotar medidas regionais voltadas à sustentabilidade e ao equilíbrio entre oferta e demanda de recursos naturais (KROLL et al, 2012).

5.2.2. Indicadores de provisão de água

Os ecossistemas estão intimamente ligados ao ciclo da água, contribuindo para sua provisão (quantidade), regulação (distribuição dos fluxos) e purificação (qualidade). Em relação à provisão de água, serviço selecionado para análise

nesta pesquisa, as florestas influenciam substancialmente a quantidade de água que circula em uma bacia hidrográfica, pela sua capacidade de evapotranspiração, com consequente aumento da umidade atmosférica e das probabilidades de formação de nuvens e geração de chuva (TEEB, 2010).

O indicador de percentual dos municípios em Área de Proteção de Mananciais foi entendido inicialmente como um indicador versátil por ser útil tanto na análise do capital natural em si quanto da oferta do serviço de provisão de água. No entanto, se configura como um indicador indireto da capacidade de provisão de água, e, apesar de não levar em conta os pontos de retirada de água dos reservatórios, demonstra a capacidade potencial do município em prover o serviço.

Além dele, foram considerados como indicadores de oferta a Disponibilidade hídrica dos mananciais de abastecimento da RMC (oferta) (l/s por bacia hidrográfica) e a Porcentagem da população atendida com serviço adequado de água potável (indicador meta 6.1 ODS) (%).

Como indicadores de demanda foram selecionados a Demanda hídrica para abastecimento público segundo municípios (vazão em litros), um indicador selecionado por ter sido produzido pelo IPARDES e a população total do município, entendida em um primeiro momento como uma quantificação da demanda bruta pela provisão de água.

5.2.3. Indicadores de provisão de alimentos

Os agroecossistemas são provedores de alimentos para consumo humano e, juntamente com os ecossistemas marinhos e de água doce, são responsáveis pela segurança alimentar. Cerca de 35% da superfície mundial é utilizada para cultivo de alimentos e pecuária (MA, 2005).

Com os atuais níveis de consumo, estima-se que a produção de alimentos necessite aumentar cerca de 50% nas próximas quatro décadas para atender as demandas do aumento populacional. Com a demanda crescente, a pressão por áreas produtivas também aumentará (TEEB, 2010).

Para a estrutura de indicadores aqui proposta, foi selecionado como indicador de demanda de alimentos o Consumo de Alimentos per capita em kg por pessoa, de acordo com o que propõe Burkhard et al. (2014). Para o cálculo, foi utilizada a Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF, do IBGE, que apresenta o consumo alimentar médio per capita por g/dia, dividido por alimentos, por Grandes Regiões (foram considerados os dados disponíveis para a região Sul no Brasil). Desta forma, foi necessário somar o consumo dos alimentos in natura (vegetais) e carnes, separadamente, para obter o consumo desses alimentos por dia. Posteriormente, foi calculado o consumo em kg/ano a partir da multiplicação do valor obtido pela população municipal.

Inspirado por um indicador sugerido pela CDB (2016), optou-se por incluir também um indicador de demanda sobre insegurança alimentar e nutricional. O Ministério do Desenvolvimento Social elaborou em 2014 o MapaINSAN, que consiste na realização do mapeamento de famílias com insegurança alimentar incluídas no Cadastro Único, a partir do índice de desnutrição de crianças menores de 5 anos acompanhadas pelas condicionalidades de saúde do Programa Bolsa Família (PBF). Calcula-se a vulnerabilidade dos municípios em Muito Alta, Alta ou média.

Como indicadores de oferta de alimentos, foi calculada a produção agrícola em toneladas por ano e a produção animal em unidades por ano. Também foi incluído um indicador de produção orgânica.

5.2.4. Indicadores de regulação climática global

O clima na Terra tem sofrido modificações importantes desde a década de 1950, com aumento da temperatura por todo o planeta e aumento no nível dos oceanos, aumento de chuvas nas regiões que já são bem providas de chuvas e diminuição nas regiões que hoje já sofrem com a escassez de água, além de aumento na frequência e intensidade de eventos extremos, como furacões, inundações e secas prolongadas (IPCC, 2007, 2014).

As atuais mudanças climáticas são decorrentes principalmente do aumento da concentração de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, principalmente o

CO₂. Esse gás é absorvido diretamente pela água e indiretamente pela vegetação, levando ao estoque de carbono na biomassa e no solo como matéria orgânica e à consequente regulação climática (TEEB, 2010).

As florestas tropicais são grandes reservas de carbono. A Mata Atlântica, bioma predominante na RMC, apresenta diferentes fisionomias e ecossistemas, diferindo muito ao longo de sua extensão pela costa brasileira, e não há um modelo único para calcular biomassa e carbono em cada fisionomia de vegetação desse bioma (VIEIRA et al., 2008).

A estimativa dos estoques de carbono da Mata Atlântica depende do conhecimento sobre a biomassa seca acima do solo, determinada a partir de medições de variáveis da estrutura florestal (como diâmetro) e utilização de equações para conversão dessas variáveis em biomassa e carbono (VIEIRA et al., 2008). Determinar a biomassa acima do solo é fundamental pois ela corresponde a 80-90% da biomassa total das florestas tropicais, enquanto o restante corresponde às raízes e serapilheira (DONHA, 2016).

A capacidade de absorção e fixação de carbono pelas árvores varia em função de muitos aspectos, como espécie, taxa de crescimento, longevidade e clima (AREVALO, ALEGRE e VILCAHUAMAN, 2002).

Estima-se que cerca de 45% da biomassa vegetal seja carbono. Em florestas tropicais a biomassa seca varia entre 150 e 382 t/ha. Assim, o carbono estimado dessas florestas é de 67,5 a 171 t/ha (ALEGRE et al., 2000). Pan et al. (2013) estimou valores aproximados, variando entre 53 e 145 t de carbono/ha para formações de vegetação tropical e subtropical. A floresta ombrófila mista, formação predominante na Região Metropolitana de Curitiba (PMC/SMMA/SPVS, 2018), é caracterizada pela associação da araucária com outros grupos diferenciados de espécies (WEBER et al., 2005) e pela coexistência de vegetação de origem tropical e subtropical (RODERJAN et al, 2002).

No Paraná, há estudos sobre estoque de carbono em diferentes fisionomias. Um deles é o estudo *Mesuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project* (TIEPOLO, et al., 2002), que estimou que florestas ombrófilas densas submontanas apresentam estoque de 135,9 t de carbono/ha.

Mognon (2011) calculou o estoque de carbono de uma floresta ombrófila mista montana no município de General Carneiro (PR), obtendo o valor de 77,53 t de carbono/ha. Watzlawick et al. (2002) apud Mognon (2011) encontraram valores semelhantes em floresta ombrófila mista montana no mesmo município e obtiveram resultados de 70,23 t de carbono/ha para vegetação em estágio médio e 165,02 t carbono/ha para vegetação em estágio sucessional avançado.

Weber et al. (2005), relataram um estoque de cerca de 104,32 t de carbono/ha para florestas ombrófilas mistas. Essa foi a estimativa adotada neste estudo inicialmente, por ser um valor mediano, tendo em vista as variações encontradas nos demais estudos mencionados. No entanto, a fonte utilizada para o cálculo do indicador foi alterada após a validação dos indicadores, como será relatado mais a frente.

Assim, para o serviço ecossistêmico de regulação climática, foi selecionado um indicador de oferta e dois de demanda. O de oferta corresponde ao estoque de carbono em cada município, em toneladas, a partir da multiplicação do estoque estimado de carbono em floresta nativa por hectare pela área (ha) de vegetação nativa do município.

Como indicadores de demanda, foi selecionado um indicador de vulnerabilidade às mudanças climáticas, relacionado às comunidades mais vulneráveis às mudanças climáticas, considerando que estas são beneficiárias em potencial desse serviço ecossistêmico (IPBES, 2016) e outro de emissão de carbono, calculado a partir das emissões per capita (t CO₂/habitante/ano) multiplicado pela população municipal, um indicador baseado em Baró et al (2017), mas cujo cálculo derivou da necessidade de se obter um indicador aproximado em vista da ausência de inventários de emissões em todos os municípios da RMC com exceção de Curitiba. Embora o indicador apresente distorções, devido aos municípios terem características e vocações próprias e os dados disponíveis não captarem essas diferenças, ele permite gerar estimativas úteis ao planejamento em escala metropolitana (quadro 5).

Quadro 5. Indicadores de serviços ecossistêmicos selecionado inicialmente.

Tema	Indicador	Referência chave
Provisão de água	Porcentagem da população atendida com serviço adequado de água potável (indicador meta 6.1 ODS) (oferta) (%)	CDB (2016)
	População total do município (demanda)	-
	Disponibilidade hídrica dos mananciais de abastecimento da RMC (oferta) (l/s por bacia hidrográfica)*	Layke (2009)
	Área de Proteção de Mananciais (oferta) (% do município)	-
	Demanda hídrica para abastecimento público segundo municípios (demanda) (vazão em litros)	IPARDES
Provisão de alimentos	Produção agrícola (oferta) (toneladas/ano por município)	Layke (2009); Baró et al. (2017)
	Produção animal (oferta) (unidades de gado/ano por município)	Layke (2009); Baró et al. (2017)
	Consumo de alimentos per capita (demanda) (kg/pessoa/ano)	Burkhard et al. (2014)
	Insegurança alimentar e nutricional (demanda) (grau de vulnerabilidade) **	CDB (2016)
Regulação climática global	Estoque de carbono (oferta) (toneladas/ha x área de vegetação nativa do município) ***	Baseado em Burkhard et al. (2014)
	Emissão de carbono (demanda) (tCO ₂ /hab./ano x população total do município)	Baseado em Baró et al. (2017)
	Vulnerabilidade às mudanças climáticas (demanda) (municípios vulneráveis - sim/não)	IPBES (2016)

5.2.5. Indicadores de contexto

Os vetores ou forças-motrizes antropogênicas tem acelerado a extinção de espécies e alterado as propriedades dos ecossistemas em grande escala (IPBES, 2016). Atualmente, tem sido discutida por cientistas a ocorrência atual de uma nova era geológica, o Antropoceno, em que as atividades humanas se configuram como as forças dominantes de modificação da natureza (CRUTZEN, 2006).

Existem vetores diretos e indiretos. Os indiretos são correspondentes às forças-motrizes; são as causas primárias que operam de forma difusa alterando e influenciando os vetores diretos, que podem ser tanto naturais ou antropogênicos, são forças que influenciam inevitadamente os processos

ecossistêmicos e a biodiversidade: são as chamadas pressões (IPBES, 2016; MA, 2005b; sCBD, 2014).

Compreender o papel das forças-motrizes, ou vetores indiretos, é vital para se compreender as mudanças que ocorrem no nível das pressões, ou vetores diretos (IPBES, 2016, P. 86). Os vetores não devem ser analisados de maneira separada e estática, mas sim de forma dinâmica, com os fatores interagindo entre si e frequentemente gerando propriedades emergentes em diversas escalas temporais e espaciais. A Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, IPBES, considerou, em uma extensa avaliação metodológica sobre o tema, como forças-motrizes que impactam os serviços ecossistêmicos as influências econômicas, demográficas, socioculturais, de governança e tecnológicas. As pressões consideradas foram: mudanças no uso do solo, mudanças climáticas, poluição, uso de recursos naturais e espécies invasoras (IPBES, 2016).

Dos vetores considerados pelo IPBES (2016), adotou-se na tese as forças-motrizes econômicas, demográficas, socioculturais e de governança. As influências tecnológicas não foram diretamente consideradas, pela escassez de informações que relacionem pesquisa e desenvolvimento e as mudanças tecnológicas. De forma indireta, indicadores como o de subsídios à agricultura de baixo carbono, incluído no sistema proposto na tese, podem refletir a adoção de tecnologias que geram menor impacto ao ambiente (IPBES, 2016).

Das forças-motrizes indiretas, ou pressões, foram incluídas no sistema de indicadores: mudanças no uso do solo, poluição e mudanças climáticas. Uso e exploração dos recursos naturais e espécies invasoras não foram consideradas por falta de dados desagregados para nível municipal.

Tendências econômicas e demográficas

As tendências econômicas e demográficas influenciam fortemente os padrões de consumo, que impactam o ambiente como consequência (IPBES, 2016).

Crescimento econômico é a maior força-motriz do consumo de recursos naturais (DIETZ et al., 2007). As atividades econômicas cresceram quase sete vezes

entre 1950 e 2000 (MA, 2005c) e as demandas humanas excederam a biocapacidade planetária em mais de 40 vezes e tem gerado uma grande pegada ecológica, como mostrou o relatório *Living Planet Report*, da *World Wildlife Fund* (McLellan et al., 2014). Assim, o efeito do crescimento econômico e do aumento populacional sobre os ecossistemas tem sido crescente (GOMEZ-BAGGETHUN e RUIZ-PEREZ, 2011), além de serem ambos as principais forças-motrizas da emissão de CO², embora a contribuição do crescimento econômico nesse sentido tenha aumentado nas últimas décadas (IPCC, 2014).

É amplamente utilizado como indicador socioeconômico o Produto Interno Bruto (PIB) e PIB *per capita*. Outro indicador utilizado de maneira alternativa é o índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que, embora tenha como suas dimensões qualidade de vida, saúde e educação, considera a renda como componente de cálculo, além de indicador de população em extrema pobreza e PIB separado pelos seus componentes (IPBES, 2016).

O aumento populacional gera aumento na demanda por recursos naturais e alimentos, além de mudanças no uso e cobertura do solo, com desmatamento e conversão de terras para agricultura. Além do aumento populacional, população com taxas de consumo mais altas geram maior impacto sobre os recursos naturais. Outras variáveis demográficas como a distribuição e estrutura etária da população podem exercer pressões significativas sobre os ecossistemas (estudos mostraram que o consumo é maior entre os mais jovens e os idosos) (IPBES, 2016). Nesse sentido, o estudo dos efeitos dos padrões de migração e da influência da estrutura etária sobre os padrões de consumo é muito importante, embora não seja o foco direto desta tese.

A urbanização, impulsionada pelo aumento populacional e pelas migrações, age como força-motriz, ou vetor indireto, alterando o uso do solo por meio de infraestrutura, como transporte (Seiler, 2001).

Assim, foram inseridos no conjunto de indicadores de economia: PIB per capita (reais), o Valor Adicionado por segmento da economia, que compõe a soma do PIB, População em extrema pobreza (%) e Índice de Gini da Renda Domiciliar per capita. Para retratar aspectos demográficos foram selecionados População total, Densidade demográfica (hab./km²) e Grau de urbanização (%).

Influências socioculturais

As influências socioculturais e de governança, por sua vez, influenciam no conjunto de valores, comportamentos e atitudes das pessoas, impactando positiva ou negativamente na gestão sustentável dos ecossistemas (IPBES, 2016).

Já se reconhece a influência dos valores sociais e culturais (e, como consequência, as atitudes e o comportamento) sobre as pressões à biodiversidade e aos ecossistemas (MILTON, 2013). No entanto, os impactos dessas influências sobre o ambiente não costumam ser previstos nos modelos formais, devido à dificuldade de se identificar e medir os complexos e heterogêneos fenômenos sociais. Métricas como PIB e educação costumam ser utilizadas como aproximação, resultando em uma ênfase em indicadores mensuráveis em detrimento de indicadores que reflitam os valores e práticas socioculturais (IPBES, 2016).

Levando em conta essa mesma dificuldade de obtenção de dados, foram inicialmente utilizados como indicadores de influências socioculturais o IDH e o Número Médio de Anos de Estudo.

Aspectos institucionais/Governança

As instituições desempenham importante papel na gestão da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. As variáveis institucionais operam em diversas escalas espaciais e incluem a influência de políticas que encorajam comportamentos, como os subsídios à agricultura, e a promulgação de leis ambientais, como a designação de áreas de conservação e a existência de Plano Municipal da Mata Atlântica, por exemplo (IPBES, 2016).

Governança, segundo Gupta e PahlWostl (2013), se refere ao exercício de autoridade por diferentes atores sociais, por meio do desenvolvimento e implementação de regras (implícitas e explícitas) substantivas e processuais voltadas à gestão de recursos para o bem social.

O IPBES (2016) apontou a necessidade de se compreender mais profundamente como a biodiversidade, os ecossistemas e os serviços ecossistêmicos são governados e incorporar essa compreensão em cenários e análises, para que seja possível melhorar a gestão dos recursos.

Os indicadores que compõe essa dimensão foram selecionados de forma não exaustiva. Buscou-se alguns indicadores que pudessem retratar aspectos chave da governança. Assim, foram incluídos: Existência de Secretaria de Meio Ambiente; Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente; Número de financiamentos do Plano ABC por município (subsídios à agricultura sustentável); ICMS Ecológico; Pagamento por serviços ambientais; Existência de Plano Municipal da Mata Atlântica e Existência de planos de manejo nas Unidades de Conservação.

Mudanças no uso do solo

As mudanças no uso do solo representam a maior influência humana sobre os habitats e inclui conversão de terra (ex. desmatamentos ou mineração), mudanças na gestão dos ecossistemas (ex. intensificação da agricultura) ou mudanças na configuração da paisagem (ex. fragmentação) (IPBES, 2016).

Há diversos modelos que buscam simular as mudanças no uso do solo a partir de fatores como demografia, políticas e demandas em escalas variadas. Independente da escala, a maioria dos modelos retrata principalmente os maiores fatores de conversão do solo, como urbanização e desmatamento. Outras modificações de menor proporção nas condições dos ecossistemas ou na configuração espacial das paisagens costumam ser ignoradas (IPBES, 2016), seja por falta de dados em maior resolução ou por simplificação, pela adoção apenas dos elementos dominantes da paisagem (VERBURG e OVERMARS, 2009).

Refletindo essa tendência de simplificação, devido à disponibilidade de dados, selecionou-se como indicador de mudança no uso do solo o que mede as Áreas com infraestrutura urbana (hectares), embora outros indicadores tenham sido inseridos nessa dimensão após a validação. Adicionalmente, alguns indicadores

de capital natural do sistema refletem mudanças no uso do solo, como Áreas com vegetação e Áreas com agricultura e pastagem. Ambos, quando analisados historicamente, refletem as mudanças ocorridas no uso do solo. Assim, indicadores de vegetação e agropecuária podem ser interpretados tanto como indicadores de mudança de uso do solo quanto indicadores de estado ou de estoque de capital natural. Para simplificação, optou-se pela inserção desses indicadores na categoria Capital Natural, ao invés de Força-Motriz, entendendo-se que as mudanças no uso do solo são captadas no processo de análise histórica dos dados, independentemente de onde se enquadrem.

Mudanças climáticas

As mudanças no clima impactam o funcionamento dos ecossistemas, causando problemas como a migração de espécies e a vulnerabilidade de populações a eventos climáticos. O aumento na temperatura, em nível global, pode ameaçar uma em cada seis espécies existentes no planeta (URBAN, 2015).

Para compor o conjunto de indicadores de capital natural e serviços ecossistêmicos, foi selecionada a Vulnerabilidade dos municípios da RMC às mudanças climáticas, oriundo de um estudo da FIOCRUZ no Estado do Paraná (MMA/FIOCRUZ, 2017). Esse indicador foi considerado sob duas dimensões: como indicador de pressão e como indicador de demanda pelo serviço ecossistêmico de regulação climática.

Poluição

A poluição é um fator que pode impactar os ecossistemas de forma significativa, especialmente os habitats aquáticos, podendo ocorrer de diversas formas. Os DDTs, inseticidas organoclorados, são um exemplo clássico do nexus poluição-biodiversidade. Outros poluentes a serem destacados são os POPs, poluentes orgânicos persistentes, e o nitrogênio presente em fertilizantes e combustíveis, que pode impactar tanto os ecossistemas terrestres, com diminuição dos

processos microbianos e da decomposição quanto os aquáticos, com a eutrofização (IPBES, 2016).

Serviços ecossistêmicos podem ser impactados pela poluição, ao passo que a biodiversidade é fundamental para muitos serviços, como **estoque de carbono**, fertilidade do solo e diversidade de plantas e controle de pragas (WOLTERS, 2001). A intensificação na agricultura, por exemplo, causa declínio de biodiversidade do solo, podendo levar à diminuição do **sequestro de carbono**, dentre outros impactos (WAGG et al, 2014).

Além disso, a poluição aquática causada pelo nitrogênio inorgânico oriundo das atividades humanas, como o despejo in natura de esgoto nos corpos d'água, se configura como um importante problema ambiental, levando a processos de acidificação e eutrofização, com proliferação de algas e consequente diminuição do oxigênio dissolvido na água (CARMARGO e ALONSO, 2006).

Assim, foi incluído no sistema um **indicador relacionado à índice de coleta e tratamento de esgoto**, considerando que, quanto menor a abrangência do serviço, maiores os impactos sobre os ecossistemas, impactando especialmente na provisão de água (quadro 6).

Quadro 6. Indicadores de contexto selecionados inicialmente.

Tema	Indicador	Referência chave
Economia	PIB per capita (reais)	IPBES (2016)
	Índice de Gini da Renda Domiciliar Per Capita*	IDS/IBGE
	Valor adicionado por segmentos da economia (reais e %)	IPBES (2016)
	População em extrema pobreza (%)	IPBES (2016)
Demografia	População total (por município)	IPBES (2016)
	Densidade demográfica (hab./km ²)	-
	Grau de urbanização (%)	IPBES (2016)

Influências socioculturais	IDH-M	IPBES (2016)
	Número médio de anos de estudo	-
Aspectos institucionais/ governança	Existência de Secretaria de Meio Ambiente	-
	Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente	IDS
	Número de financiamentos do Plano ABC por município (subsídios à agricultura sustentável)	baseado em IPBES (2016)
	ICMS Ecológico	SPVS (2018)
	Pagamento por serviços ambientais	-
	Existência de Plano Municipal da Mata Atlântica	-
	Existência de planos de manejo nas Unidades de Conservação	-
Uso do solo	Área com infraestrutura urbana (hectares)	IPBES (2016)
Mudanças climáticas	Vulnerabilidade às mudanças climáticas (municípios vulneráveis – sim/não)	IPBES (2016)
Poluição	Índice de tratamento de esgoto (%)	IPBES (2016)

A figura 13 resume a proposta inicial de indicadores. As setas indicam que a biodiversidade é um aspecto do capital natural que influencia na provisão dos três serviços ecossistêmicos abordados no conjunto. Os indicadores de contexto correspondem a forças-motrizas e pressões tanto sobre o capital natural quanto sobre os serviços ecossistêmicos.

Figura 13. Conjunto de indicadores proposto inicialmente.

Fonte: Elaboração própria.

5.3. Conjunto de indicadores de capital natural e serviços ecossistêmicos após validação

A partir desse conjunto de indicadores, procedeu-se à validação com o método Delphi. Para tanto, foram enviados 20 questionários à especialistas no tema. O retorno foi de 12 questionários na primeira rodada, o que correspondeu a 60% do total, um valor satisfatório. Na segunda rodada foram 4 questionários respondidos, dentre os 12 participantes desta rodada. Normalmente, há uma taxa de abstenção entre 30% e 50% na primeira rodada e de 20% a 30% na

segunda (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000). Foi feita uma análise estatística das respostas dos participantes e buscou-se incorporar ao máximo as contribuições.

Obteve-se, ao final do processo, um conjunto de indicadores que manteve a estruturação original, mas com a exclusão de um indicador de capital natural e a inclusão de diversos indicadores. O conjunto de indicadores de capital natural passou a ser composto por 13 indicadores, o de serviços ecossistêmicos por 14 (6 de provisão de água, 5 de provisão de alimentos e 3 de regulação climática) e o conjunto de indicadores de contexto por 25 indicadores.

Embora o número de indicadores tenha aumentado ao final do processo de validação, em detrimento de uma proposta enxuta inicialmente projetada, entende-se que os indicadores selecionados são relevantes para a análise proposta e considerados de fácil obtenção, já que uma parte considerável dos dados se encontra disponível em bases de dados públicas. Outros indicadores, por outro lado, exigem a busca dos dados nos órgãos competentes e há poucos que exigem noções de geoprocessamento. A facilidade na obtenção dos dados para o cálculo dos indicadores deve sofrer variações conforme a realidade da região, mas espera-se que o conjunto de indicadores propostos possa ser aplicável amplamente, auxiliando no planejamento e na gestão sustentável do território metropolitano.

5.3.1. Indicadores validados de capital natural

Dentre os indicadores voltados à agricultura, o de área agrícola, após validação, foi adaptado para Área com agropecuária, por uma questão de dados disponíveis. A fonte utilizada, Mapbiomas, possui uma categoria de classificação de uso do solo que se refere aos mosaicos de agricultura e pastagens (são áreas onde não foi possível distinguir o uso do solo). Além disso, além do cálculo em hectares, foi incluído o cálculo em porcentagem, visando analisar a proporção do território com este uso do solo.

O indicador de Área de pastagens degradadas foi mantido e o cálculo em porcentagem incluído e foi realizada a inclusão do indicador de Área de produção orgânica. Este indicador, em tese, retrata com maior propriedade o capital natural

ligado à agricultura por ser um sistema que lança mão de processos naturais dos ecossistemas ao invés de tecnologias intensivas. No entanto, devido à limitação temporal nos dados, optou-se por manter este e também o de área com agropecuária, sendo ambos complementares.

O indicador de Área de proteção aos mananciais foi questionado em sua capacidade de retratar a integridade dessas áreas. No entanto, o indicador visa retratar a vocação do município para a provisão da água, sendo um indicador de caracterização. A análise do grau de conservação das áreas de mananciais pode e deve ser objeto de estudos mais aprofundados.

O indicador de Porcentagem de vegetação nativa em Reserva Legal/APP foi desmembrado, após sugestão de especialistas, considerando que Reserva Legal e APPs possuem funções ecológicas distintas. Além disso, Porcentagem de vegetação nativa em APP foi considerado um indicador dentro do tema água e busca analisar de forma indireta a integridade dos recursos hídricos.

O processo de validação dos indicadores de biodiversidade culminou com a exclusão de um indicador apenas, Número de unidades de conservação por município, que foi considerado inadequado por não retratar em que medida os remanescentes estão sendo protegidos.

Após validação, o indicador de Porcentagem do município com Unidades de Conservação foi desmembrado em dois, visando analisar de forma separada a existência de UCs de Proteção Integral e de Uso Sustentável, as duas categorias previstas no SNUC.

Foi levantada a importância de se levar em conta o grau de conservação da cobertura florestal, para além de se analisar área existente e tendências, pois a cobertura florestal pode não refletir o status da biodiversidade (uma área pode estar bastante degradada no sub-bosque, algo comum em Floresta com Araucária). No entanto, essa análise demanda estudos mais aprofundados que não se enquadram na perspectiva adotada neste estudo, de se selecionar indicadores chave para os quais haja dados disponíveis desagregados a nível municipal.

O indicador de “Vegetação nativa por habitante (m²/habitante)” foi considerado por um especialista como um indicador mais adequado ao meio urbano, mas entendeu-se que se aplica a zonas urbanas ou não, na intenção de se gerar um parâmetro de vegetação por habitante não relacionado a áreas verdes urbanas.

Quadro 7. Indicadores validados de capital natural.

Tema	Indicador
Agricultura	Área com agropecuária (hectares e % do município)
	Área de pastagens degradadas (hectares e % do município)
	Área de produção orgânica (hectares e % do município)
Água	Área de proteção aos mananciais (% do município)
	Porcentagem de vegetação nativa em APP (% do total de APP)
Biodiversidade	Área florestal como proporção da área total do território (indicador meta 15.1 ODS) (% do município)
	Área de vegetação nativa (hectares e % do município)
	Área Prioritária para Conservação como proporção da área total do território (% do município)
	Extensão de habitats naturais (área do território exceto área urbana e agricultura) (hectares)
	Porcentagem do município com Unidades de Conservação de Proteção integral (% do município)
	Porcentagem do município com Unidades de Conservação de Uso Sustentável (% do município)
	Porcentagem de vegetação nativa em áreas de Reserva Legal (% em relação a área total de Reserva Legal)
	Vegetação nativa por habitante (m ² /habitante)

5.3.2. Indicadores validados de serviços ecossistêmicos

O indicador “Porcentagem da população atendida com serviço adequado de água potável” foi considerado por um especialista como inadequado, por não ser diretamente um serviço ecossistêmico, mas sim um serviço comercial, ligado à captação, tratamento e distribuição de água). O objetivo inicial era que ele fosse

um indicador proximal (*proxy*) e complementar que mostrasse a distribuição da água potável, cuja provisão é um serviço ecossistêmico. O indicador foi excluído após a segunda rodada de validação, bem como o indicador População total, que era um indicador de demanda relacionado ao primeiro (quadro 8).

O indicador de Área de Proteção aos Mananciais, que antes era considerado tanto um indicador de capital natural quanto de provisão de água foi mantido apenas como capital natural. Sua exclusão como indicador de SE não prejudicou a análise, pelo contrário, tornou o indicador mais coerente por sua possibilidade de estimar o estoque hídrico disponível potencialmente em cada município.

Na segunda rodada de validação foram inseridos quatro novos indicadores. Os indicadores de Disponibilidade hídrica subterrânea (potencial) da RMC (l/s por aquífero por bacia hidrográfica) e de Demanda hídrica das águas subterrâneas (vazão captada em l/s por município) foram incluídos pela relevância das unidades aquíferas na RMC. A inclusão ou não destes indicadores em contextos diferentes da RMC irá depender da realidade de cada região.

Também foram incluídos Consumo de água per capita (l/hab./dia) e Avaliação da oferta-demanda do abastecimento urbano de água, este um indicador para o qual já se produz dados no âmbito do acompanhamento do atingimento dos ODS.

O indicador de Demanda hídrica para abastecimento público foi adaptado visando incorporar os diversos tipos de uso da água. Há outros setores, além do abastecimento público, que possuem demandas hídricas diferentes: setor agrícola, industrial e de mineração e o comportamento de consumo deles combinados ou individualmente pode afetar a cadeia como um todo, seja no abastecimento público ou em outras categorias.

Em relação aos indicadores de provisão de alimentos, a única alteração foi a inclusão do indicador de produção orgânica. Quanto aos demais, quando se questiona sobre serem indicadores relevantes apenas para os municípios agrícolas é importante ressaltar que, embora a agricultura esteja presente em apenas parte dos municípios da RMC, o indicador pretende justamente evidenciar essas discrepâncias e as vocações dos municípios.

Também foi levantada uma limitação importante nos indicadores de demanda de produção agrícola e de pecuária. O ideal é se mapear o fluxo desse serviço, ou seja, em que medida os alimentos produzidos na região permanecem nela ou vai para outros centros, o que reflete o que é exigido do serviço ecossistêmico em escala local e regional. No caso da RMC, não foram encontrados dados para esta análise, apenas indícios em estudos pontuais, indicando que boa parte do que é produzido na região atende à própria metrópole.

Uma questão interessante em relação ao indicador de demanda de consumo per capita de alimentos é que ele não se refere somente à disponibilidade do alimento, mas também à capacidade de compra da população, que pode sofrer impacto por outros motivos (a crise, por exemplo). No entanto, a intenção do indicador não é discutir as causas do padrão de consumo, mas estimar o grau de demanda do serviço de provisão de alimentos.

Já com relação aos indicadores de regulação climática global, como sugestão de um especialista, a referência para o cálculo de estoque de carbono foi alterada. Utilizou-se relatório da SPVS em que foi estimado estoque de carbono em diversas parcelas de remanescentes de mata atlântica no município de Curitiba. Assim, o valor utilizado foi de 174,1 toneladas de carbono por hectare.

Quanto ao indicador de emissão de carbono, cabe ressaltar uma limitação levantada no processo de validação. Muitas vezes as emissões de C possuem relação entre os municípios. Há, por exemplo, deslocamentos importantes de população entre municípios, em um movimento pendular, e apesar de o perfil ter mudado ao longo dos anos, ainda é grande a quantidade de pessoas que se desloca diariamente para Curitiba para trabalhar. Esses são padrões que o indicador não consegue medir, por falta de dados.

Quadro 8. Indicadores validados de serviços ecossistêmicos.

Tema	Indicador
2.6	Disponibilidade hídrica dos mananciais de abastecimento da RMC (oferta) (l/s por bacia hidrográfica)

	Demanda hídrica municipal total e por tipo de uso (demanda) (vazão captada em litros por município)
	Disponibilidade hídrica subterrânea (potencial) da RMC (oferta) (l/s por aquífero por bacia hidrográfica)
	Demanda hídrica das águas subterrâneas (vazão captada em l/s por município)
	Consumo de água per capita (l/hab./dia)
	Avaliação da oferta-demanda do abastecimento urbano de água
Provisão de alimentos	Produção agrícola (oferta) (toneladas/ano por município)
	Produção animal (oferta) (unidades de gado/ano por município)
	Produção orgânica (oferta) (toneladas por ano por município)
	Consumo de alimentos per capita (demanda) (kg/pessoa/ano)
	Insegurança alimentar e nutricional (demanda) (grau de vulnerabilidade) **
Regulação climática global	Estoque de carbono (oferta) (toneladas/ha x área de vegetação nativa do município)
	Emissão de carbono (demanda) (tCO ₂ /hab./ano x população total do município)
	Vulnerabilidade às mudanças climáticas (demanda) (grau de vulnerabilidade)

5.3.3. Indicadores validados de contexto

Após o processo de validação, foram incluídos sete novos indicadores. Também foi realizada adaptação em um indicador e excluído outro.

Os indicadores de tendências econômicas e demográficas não sofreram alterações. Já em Influências socioculturais, foi substituído o indicador de Número médio de anos de estudo por População com 18 anos ou mais de idade com Ensino Fundamental completo (% da população total), por este estar disponível em nível municipal e para todo o Brasil, por ser um componente do IDH.

Dentre os indicadores que retratam aspectos institucionais/ de governança, o indicador Número de financiamento pelo pela ABC por município foi adaptado para Área do município abrangida pelo Plano ABC (incentivo à agricultura sustentável), pois o número não indica a proporção em que esses incentivos

ocorrem nos municípios. Além disso, este é um indicador relevante apenas para os municípios com vocação agrícola.

Foi incluído neste tema um indicador de Orçamento anual disponível para gestão ambiental (% do orçamento anual total) a partir da validação. A ideia original era que o indicador medisse o orçamento para conservação da biodiversidade, mas na ausência dessa informação, foi incluído um indicador mais abrangente e que é possível de ser obtido a partir dos anexos das Leis Orçamentárias Anuais dos municípios.

Outros dois indicadores foram sugeridos e passaram pelo processo de validação, mas sua inclusão não foi realizada pela ausência de dados disponíveis: Existência de equipamentos e veículos para fiscalização voltada à conservação da biodiversidade e Funcionários municipais disponíveis para conservação da biodiversidade (% em relação ao total de funcionários da prefeitura).

Os demais indicadores de aspectos institucionais foram mantidos, mas houve questionamento a respeito de seu alcance em medir a qualidade da aplicação de planos, projetos ou conselhos, já que não traduzem em si o cumprimento das metas a que se referem, o que de fato só é possível avaliar por meio de um aprofundamento de cada questão, mas ao menos permitem analisar alguns avanços institucionais importantes para a conservação ambiental. Esse aprofundamento é de extrema relevância, mas não cabe no nível de análise regional a que se propõe o estudo, pois exige estudos específicos. Assim, considera-se esta uma limitação desses indicadores.

Quanto aos indicadores de uso do solo, ao único que havia antes da validação, foram adicionados ao tema outros três: População residente em aglomerados subnormais (% em relação à população total residente em domicílios particulares ocupados), Área de mineração como proporção da área total do território (% do município) e Área de florestas plantadas para fins comerciais como proporção da área total do território (% do município). Estes indicadores visam enriquecer as análises sobre as pressões de uso do solo sobre o capital natural e os serviços ecossistêmicos. Além disso, todos os indicadores de uso do solo são calculados

tanto em números absolutos (hectares) quanto em porcentagem, incluindo o de infraestrutura urbana.

Por fim, quanto ao tema Poluição, o indicador Índice de tratamento de esgoto (%) foi adaptado para Índice de Esgoto Tratado Referido à Água Consumida (%) pela disponibilidade de dados e utilização pelo Instituto Trata Brasil como um indicador chave de saneamento. Foram ainda incluídos dois indicadores: % de estabelecimentos agropecuários que utiliza agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos do município e Taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares em relação à população total (%), tendo em vista o impacto poluidor de todo montante de resíduo que não é coletado (quadro 9).

Quadro 9. Indicadores validados de contexto.

Tema	Indicador
Economia	PIB per capita (reais)
	Índice de Gini da Renda Domiciliar Per Capita
	Valor adicionado por segmentos da economia (reais e %)
	População em extrema pobreza (%)
Demografia	População total (por município)
	Densidade demográfica (hab./km ²)
	Grau de urbanização (%)
Influências socioculturais	IDH-M
	População com 18 anos ou mais de idade com Ensino Fundamental completo (% da população total)
Aspectos institucionais/ Governança	Existência de Secretaria de Meio Ambiente
	Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente
	Área do município abrangida pelo Plano ABC (incentivo à agricultura sustentável)
	ICMS Ecológico
	Pagamento por serviços ambientais
	Existência de Plano Municipal da Mata Atlântica
	Existência de planos de manejo nas Unidades de Conservação
	Orçamento anual disponível para gestão ambiental (% do orçamento anual total)
Uso do solo	Área com infraestrutura urbana (hectares e % do município)
	População residente em aglomerados subnormais (% em relação à população total residente em domicílios particulares ocupados)
	Área de mineração como proporção da área total do território (% do município)

	Área de florestas plantadas para fins comerciais como proporção da área total do território (% do município)
Mudanças climáticas	Vulnerabilidade às mudanças climáticas (municípios vulneráveis – sim/não)
Poluição	Esgoto Tratado Referido à Água Consumida (%)
	% de estabelecimentos agropecuários que utiliza agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos do município
	Taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares em relação à população total (%)

O conjunto validado contém 13 indicadores de capital natural 14 de serviços ecossistêmicos (6 de provisão de água, 5 de provisão de alimentos e 3 de regulação climática) e 25 indicadores de contexto (figura 14).

Figura 14. Conjunto de indicadores após validação.

Fonte: Elaboração própria.

6. ANÁLISE INDIVIDUAL DOS INDICADORES DE CAPITAL NATURAL, SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E CONTEXTO NA RMC

6.1. Capital natural

6.1.1. Área com agropecuária (hectares e % do município)

O indicador de Área com agropecuária soma as áreas com pastagem (naturais ou plantadas, vinculadas à atividade agropecuária), áreas agrícolas (áreas com culturais, anuais, perenes e semi-perenes) e os mosaicos de agricultura e pastagem. Esses mosaicos são áreas de uso agropecuário em que não foi possível, pelo método de classificação adotado pelo *Mapbiomas*, distinguir a diferença entre ambas.

O indicador tem o objetivo de demonstrar em que medida os municípios possuem áreas voltadas à produção agropecuária, apontando aqueles com maior capital natural voltado à provisão de alimentos e matérias-primas. Mais à frente, a análise integrada dos indicadores confronta os resultados aqui observados com demais indicadores correlatos, como de uso de agrotóxicos.

O indicador de área com agropecuária como um indicador de serviço ecossistêmico traz à tona a discussão sobre o que delimita o que é um serviço ecossistêmico e o que é um serviço ambiental. Há autores apontando a dificuldade de mensurar o papel do ecossistema na produção agrícola intensiva, como o Burkhard et al. (2014) e o Lautenbach et al. (2011), embora a agricultura tenha sido considerada em outros estudos como serviço de provisão, com base em uma definição mais geral sobre produção de alimentos como serviço ecossistêmico (Layke et al, 2009/MEA, 2005). Esta é a visão adotada nesta tese, principalmente por conta da limitação dos dados.

Do ponto de vista dos serviços ecossistêmicos, quanto mais orgânica for uma produção agrícola/pecuária, mais intenso é o papel dos ecossistemas na provisão dos alimentos. Por outro lado, quanto mais intensiva a agricultura, mais ela depende de insumos artificiais para esta provisão. No entanto, o indicador de área agrícola com produção orgânica, embora tenha sido obtido para os anos de 2004 a 2009, é apenas estimado, e não pode ser diretamente comparado com o indicador de área com agropecuária, pois além de serem de fontes diferentes, este último não faz distinção entre agricultura convencional/orgânica. Assim, optou-se por adotar uma definição mais geral da agricultura como serviço ecossistêmico.

Para que estudos posteriores, abrangendo grandes áreas, como é o caso de regiões metropolitanas, possam analisar o papel da agricultura na provisão de alimentos como um serviço ecossistêmico, é importante fortalecer a capacidade das instituições para a obtenção de dados periódicos e consistentes sobre a produção orgânica nos municípios.

O Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução Normativa nº 19 de 28 de maio de 2009, artigo 1º, exerce o controle e informação da qualidade orgânica, além de ser responsável por lançar e disponibilizar os dados da produção orgânica no Cadastro Nacional de Produtos Orgânicos (artigo 17º). No entanto, só estão disponíveis dados sobre os produtores orgânicos.

A soma da área com agropecuária em toda a RMC, em 2017, corresponde a apenas 3,9% de toda a área com agropecuária do Estado do Paraná, mas cerca de 30% do território metropolitano é composto por esse tipo de uso do solo. Apesar da baixa expressividade em comparação com o Estado, ao se analisar a área com agropecuária como proporção da área total do território de cada município, é possível identificar que os municípios da porção sudoeste da RMC possuem grande parte de seu território voltado a esse uso do solo. Balsa Nova e Contenda se destacam com mais de 60% do território com áreas voltadas à agropecuária (figura 15).

Figura 15. Área com agropecuária como proporção da área total do território municipal – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Apesar dos municípios com maior proporção de área com agropecuária se concentrarem no sudoeste da RMC, a análise do indicador de área como número absoluto (em hectares) aponta uma maior distribuição dessas áreas pela RMC. O destaque é o município de **Lapa**, que possui 111,606 hectares de áreas agrícolas e de pastagens, o que corresponde a 22% de toda a área com agropecuária da RMC. **Cerro Azul** (35157 ha), ao norte da RMC e **Campo Largo** (33680 ha), à oeste, vem em seguida.

A análise temporal entre os anos de 1985, 2000 e 2017 demonstra uma queda na área com agropecuária em grande parte da RMC (figura 16).

Figura 16. Variação na área com agropecuária (hectares) na RMC entre 1985, 2000 e 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Houve queda na área com agropecuária em 22 municípios dos 29 que compõem a RMC (quadro 10), o que corresponde a 75%. O município de Curitiba foi o que mais perdeu área com agropecuária (22,7%). Lapa e Campo Largo estão entre os que mais possuíam área com agropecuária em 2017, apesar de ter havido uma diminuição, entre 2000 e 2017, de 3,8% e 10,4%, respectivamente.

Quadro 10. Porcentagem de diminuição na área com agropecuária entre 2000 e 2017, RMC.

Município	2000	2017	Diminuição (% em relação a 2000)
Curitiba (PR)	8532,126	6592,8	22,7
Bocaiúva do Sul (PR)	10547,13	8599,1	18,5
Campina Grande do Sul (PR)	7411,465	6248,2	15,7
Quatro Barras (PR)	2675,468	2256,6	15,6
Mandirituba (PR)	13946,23	11881,8	14,8
Piraquara (PR)	8335,65	7138,7	14,3
Pinhais (PR)	2442,811	2104,2	13,9
Tunas do Paraná (PR)	3031,534	2631,0	13,2
Fazenda Rio Grande (PR)	6034,036	5313,1	11,9
Campo Largo (PR)	37576,77	33680,5	10,4
Balsa Nova (PR)	25994,5	23430,8	9,9
Agudos do Sul (PR)	7509,549	6780,8	9,7
Rio Negro (PR)	18354,95	16809,0	8,4
Quitandinha (PR)	23791,66	22024,6	7,4
Campo do Tenente (PR)	15310,06	14210,2	7,2
Araucária (PR)	28380,62	26354,7	7,2
Lapa (PR)	116017,3	111606,1	3,8
Tijucas do Sul (PR)	19023,49	18301,1	3,8
Contenda (PR)	20708	19941,1	3,7
Campo Magro (PR)	8728,377	8492,1	2,7
Colombo (PR)	5898,025	5798,3	1,7
São José dos Pinhais (PR)	29019,32	28942,1	0,3

Dentre os municípios que tiveram aumento na área com agropecuária (7), **Cerro Azul** foi o que mais se destacou, com 62,7% de aumento em 2017 em relação a 2000. Como visto, este é o município que mais possuía área com agropecuária em toda a RMC depois de Lapa, em 2017. **Rio Branco do Sul** e **Doutor Ulysses** aparecem na sequência, com um aumento de 27,8 e 23,7%, respectivamente (quadro 11).

Quadro 11. Porcentagem de aumento na área com agropecuária entre 2000 e 2017, RMC.

Município	2000	2017	Aumento (% em relação a 2000)
Cerro Azul (PR)	21607,77	35157,1	62,7
Rio Branco do Sul (PR)	17568,95	22448,6	27,8
Doutor Ulysses (PR)	13774,35	17039,2	23,7
Adrianópolis (PR)	14022,37	15914,5	13,5
Itaperuçu (PR)	7167,812	7727,3	7,8
Piên (PR)	10615,18	11072,3	4,3
Almirante Tamandaré (PR)	5643,798	5745,6	1,8

6.1.2. Área com agricultura orgânica (hectares)

O indicador de “Área com agricultura orgânica” (hectares de área colhida) foi obtido por meio da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) do Estado do Paraná, Departamento de Economia Rural (DERAL).

Como dito na seção anterior, não é possível comparar este indicador com o de área com agropecuária, por serem de fontes diferentes e porque o indicador de agropecuária engloba qualquer tipo de agricultura, seja convencional ou orgânica. Além disso, o indicador de agricultura orgânica, em casos em que tenha havido mais de uma safra anual na mesma área, considera novamente a mesma área na contabilização total.

A partir da contabilização realizada pela SEAB, apenas entre os anos de 2004 a 2009, é possível verificar que apenas 10 municípios da RMC possuíam, no período, área voltada à produção orgânica.

O município de Lapa era o que abrigava a maior área voltada à agricultura orgânica em 2004, de 226 hectares. No entanto, houve uma perda expressiva de 78% de 2004 a 2009. O município de São José dos Pinhais era, em 2004, o

segundo com maior área de agricultura orgânica (111 ha), mas sofreu diminuição de 14,4% de 2004 a 2009. O terceiro com maior área em 2004, Colombo (64 ha) foi o único sofrer aumento, e expressivo, de 160% em relação a 2004 (figura 17).

Figura 17. Variação na área com agricultura orgânica (hectares) na RMC entre 2004 e 2009.

6.1.3. Área de pastagens em más condições de uso (hectares e %)

O indicador Área de pastagens em más condições de uso foi calculado em hectares e em termos de sua proporção em relação à área total dos estabelecimentos agropecuários do município.

Para o Censo Agropecuário de 2017, pastagem plantada em más condições de uso (degradada ou sem uso) corresponde à área plantada com espécies vegetais, destinada ao pastejo dos animais existentes no estabelecimento, considerada nestas condições pelo próprio produtor. Inicialmente produtiva, tal pastagem assumira esta condição devido à ausência de manutenção ou ao uso intensivo, podendo apresentar outros problemas, como erosão, plantas invasoras e cupinzeiros.

Assim, esse indicador aponta em que medida o município possui áreas que estão improdutivas e que, portanto, não contribuem para a provisão de alimentos (ou matérias-primas) ou para a proteção dos recursos naturais.

Dos 29 municípios da RMC, 13 não possuem dados disponíveis por se tratarem de municípios com menos de três informantes na pesquisa. Essa ausência de dados prejudica a análise. De qualquer forma, nota-se que a proporção de pastagens plantadas em más condições em relação à área total dos estabelecimentos agropecuários não é tão significativa (quadro 12).

Quadro 12. Área de pastagens plantadas em más condições de uso (em hectares e %) – RMC, 2017.

Município	Área de pastagens plantadas em más condições (degradada ou sem uso) (hectares)	Proporção de pastagens plantadas em más condições (%)
Adrianópolis (PR)	X	X
Agudos do Sul (PR)	X	X
Almirante Tamandaré (PR)	-	-
Araucária (PR)	58	0,21
Balsa Nova (PR)	44	0,18
Bocaiúva do Sul (PR)	X	X
Campina Grande do Sul (PR)	410	1,72
Campo do Tenente (PR)	X	X
Campo Largo (PR)	235	0,37
Campo Magro (PR)	X	X
Cerro Azul (PR)	953	1,59
Colombo (PR)	X	X
Contenda (PR)	28	0,13
Curitiba (PR)	X	X
Doutor Ulysses (PR)	186	0,32
Fazenda Rio Grande (PR)	X	X
Itaperuçu (PR)	X	X
Lapa (PR)	194	0,17
Mandirituba (PR)	-	X
Piên (PR)	9	0,05
Pinhais (PR)	X	X
Piraquara (PR)	61	1,16
Quatro Barras (PR)	X	X
Quitandinha (PR)	9	0,04
Rio Branco do Sul (PR)	512	1,71
Rio Negro (PR)	4	0,01
São José dos Pinhais (PR)	76	0,35
Tijucas do Sul (PR)	39	0,19
Tunas do Paraná (PR)	X	X

Os quatro municípios com maior proporção de áreas degradadas são Campina Grande do Sul, Cerro Azul, Rio Branco do Sul e Piraquara. Todos superam os 0,55% de área em más condições de uso no Estado do Paraná.

6.1.4. Área de proteção aos mananciais (% do município)

A RMC possui, desde 1998, uma legislação específica para as áreas de mananciais, a Lei Estadual n. 12248/1998, que criou o Sistema Integrado de Gestão e Proteção aos Mananciais da RMC – SIGPROM. Dentre os objetivos do SIGPROM, destaca-se o de assegurar as condições necessárias essenciais à recuperação e preservação dos mananciais para o abastecimento público e a compatibilização de ações de proteção ambiental e dos mananciais com a política de uso e ocupação do solo (PARANÁ, 1998). O sistema, focado na questão do uso e ocupação do solo em áreas de mananciais, é complementar à atuação do Estado, por meio do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PR), que é responsável pela disponibilidade hídrica e sua qualidade (COMEC, s/d).

Esse indicador se refere à proporção do município com Áreas de Proteção aos Mananciais e também sua extensão nos municípios (referenciado pela Lei Estadual nº 12.248, de 31 de julho de 1998). Tem como finalidade controlar o uso e ocupação do solo, de forma a garantir condições de qualidade da água compatíveis com o abastecimento público. O termo usado atualmente é Áreas de Interesse de Mananciais de Abastecimento Público da Região Metropolitana de Curitiba pelo Decreto 4435 de 29 de junho de 2016. Este decreto declara a delimitação mais atual das áreas de proteção aos mananciais na RMC. Antes dele, outros decretos foram promulgados (1996, 2005, 2006, 2008).

Como indicador de capital natural, o indicador tem como objetivo apontar, de forma aproximada, em que medida e de que forma os recursos hídricos que são responsáveis pela provisão de água estão distribuídos na metrópole.

Quando se analisa a proporção de área de proteção aos mananciais na RMC (figura 18), os municípios de Campo Magro, Itaperuçu, Rio Branco do Sul e Agudos do Sul se destacam, com mais de 99% de seu território coberto por essas áreas, o que os coloca em posição de provedores chave do serviço ecossistêmico de provisão de água na RMC. Piraquara (91,6%), Campo Largo (91%) e Quatro Barras (87,5%) também se destacam. No entanto, de forma geral, os municípios ao redor do município de Curitiba são provedores desse serviço.

Apenas o município de Adrianópolis não possui nenhuma área de proteção aos mananciais e os municípios de Lapa, Tunas do Paraná, Curitiba, Campo do Tenente e Balsa Nova são os menos representativos, com menos de 10% de áreas de mananciais.

Figura 18. Área de proteção aos mananciais como proporção da área total do território municipal – RMC, 2016.

Fonte: Elaboração própria.

Campo Largo e Rio Branco do Sul também são os municípios com maior área (em km²) de proteção aos mananciais, além de terem a maior proporção de seu território com áreas de proteção aos mananciais. Em seguida, se destacam Cerro Azul, São José dos Pinhais, Bocaiúva do Sul e Tijucas do Sul (quadro 13).

Quadro 13. Área de proteção aos mananciais na RMC (km²), de acordo com o Decreto Estadual n. 4435/2016.

Município	Área do Decreto Estadual n. 4435/2016 (Km ²)*
Campo Largo (PR)	1263,40
Rio Branco do Sul (PR)	902,02
Cerro Azul (PR)	612,38
São José dos Pinhais (PR)	575,00
Bocaiúva do Sul (PR)	520,61
Tijucas do Sul (PR)	484,69

Para assegurar a proteção das áreas de mananciais que garantem o abastecimento na RMC, é preciso atenção em relação ao uso do solo, de forma a evitar maior pressão sobre esses mananciais.

Dois importantes instrumentos de planejamento do uso e ocupação do solo em áreas de mananciais na RMC são as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e as Unidades Territoriais de Planejamento (UTPs), que sofrem pressão por ocupação e estão localizados em áreas urbanas de municípios que integram as áreas de interesse de proteção de mananciais. Fazem a transição entre áreas já consolidadas e áreas rurais e/ou de proteção ambiental.

As UTPs da RMC se localizam em locais com loteamentos de alta densidade implantados (com aprovação em décadas anteriores). Na RMC existem cinco UTPs: de Campo Magro, Pinhais, Guarituba, Itaqui e Quatro Barras (figura 19).

Figura 19. Localização de quatro das cinco Unidades Territoriais de Planejamento – UTPs da RMC.

Localização das Unidades Territoriais de Planejamento da RMC

Legenda

- UTPs da RMC
- Mancha urbanizada 2004*
- Sistema viário principal
- Ferrovias
- Represas existentes
- Represas projetadas

*Campo Largo 2000

0 5.000 Meters

FONTE: COMEC, 2010
 Projeção Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central 51° W.G.R.
 Datum vertical SAD-69
 Datum horizontal Irbiluba-Santa Catarina

Fonte: COMEC, 2010.

As APAs criadas no âmbito do SNUC, como já mencionado no item referente ao indicador de proporção de UCs de proteção integral e de uso sustentável, são também instrumento disposto na Lei Estadual n. 12.248/98, são mais restritivas que as UTPs e visam proteger as bacias contribuintes das represas de abastecimento público atual e futuro. Na mancha urbana da RMC há cinco APAs: do Iraí, do Piraquara, do Pequeno, do Passaúna e do Verde (figura 20).

Figura 20. Áreas de Proteção Ambiental (APAs) da RMC, 2010.

Fonte: COMEC, 2010.

Embora alguns dos municípios com maior relevância em relação à presença de áreas de proteção aos mananciais estejam na porção noroeste da RMC, a franja leste da mancha urbana metropolitana é a que requer maior atenção, por ser caracterizada por um intenso processo de expansão urbana e conflitos socioambientais.

As UTPs abrangem os municípios de São José dos Pinhais, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e Campo Magro. Os quatro primeiros se localizam na franja leste da RMC. Todos foram apontados, na análise do indicador, como provedores chave do serviço ecossistêmico de provisão de água, com exceção de Pinhais, embora 45% de seu território seja composto por áreas de proteção de mananciais. As UTPs da face leste são áreas críticas, que necessitam de monitoramento e fiscalização.

6.1.5. Área de vegetação nativa em APP (hectares)

O indicador de Área de vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APP), calculado em hectares, se refere a área declarada pelos proprietários no

Cadastro Ambiental Rural – CAR até o ano de 2018. A proteção às APPs é prevista no Novo Código Florestal, Lei Federal n. 12.651/2012.

O CAR é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais referentes à situação das APP, das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

No Paraná, o programa Mata Ciliar incentiva a recomposição de APPs, distribuindo gratuitamente mudas de espécies nativas.

6.1.6. Área florestal como proporção da área total do território (indicador meta 15.1 ODS) (% do município)

A área florestal corresponde à soma entre as áreas de floresta nativa e floresta plantada em hectares. A partir dessa soma, calcula-se a proporção (%) de área florestal em relação à área total do município. Floresta plantada é definida como espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. eucalipto, pinus, araucária).

Este indicador tem o objetivo de apontar a quantidade de floresta em pé na RMC, seja nativa ou plantada para fins comerciais. As florestas, mesmo aquelas voltadas à produção de madeira, desempenham diversos serviços ecossistêmicos, como a manutenção no regime de chuvas, por liberarem um grande volume de água na atmosfera e do clima global, devido ao estoque de carbono.

No entanto, em relação ao de floresta nativa, o indicador de área florestal tem relevância reduzida, algo que foi apontado por parte dos especialistas durante a validação do conjunto de indicadores. Florestas plantadas, embora desempenhem funções como o estoque de carbono, são compostas geralmente por espécies exóticas de valor comercial, gerando impactos às funções dos ecossistemas. Além disso, seu estoque de carbono é temporário e será perdido após a supressão da vegetação e entrada da matéria prima na cadeia comercial.

O município de Tunas do Paraná é o que possui maior proporção de área florestal (95,3%). Bocaiúva do Sul, Adrianópolis, Campina Grande do Sul e Quatro Barras também se destacam, com mais de 80% de área florestal (figura 21).

Figura 21. Área florestal como proporção da área total do território (% do município) – 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Entre 2000 e 2017, a área se manteve estável, sem perda significativa de floresta em grande parte da RMC (quadro 14). Cerro Azul e Curitiba foram os municípios que perderam mais área de floresta entre 2000 e 2017, com uma perda de 12,3% e 10%, respectivamente. Cabe destacar que em Cerro Azul manteve estável a área de floresta plantada, como será visto no item 1.3.5.4. e perdeu floresta nativa. Em Curitiba houve um aumento expressivo de floresta plantada, embora a perda de floresta total.

Em 2017, a área total florestal da RMC correspondeu a 15% do total da área florestal do Estado do Paraná.

Quadro 14. Área florestal (ha) em 2000 e 2017 e a perda em relação à 2000 (%) – RMC.

Município	2000	2017	Perda em relação a 2000 (%)
Cerro Azul (PR)	112262	98426,1	12,32
Curitiba (PR)	8793,8	7909,4	10,06
Fazenda Rio Grande (PR)	4339,6	3965,8	8,61
Rio Branco do Sul (PR)	62806,1	57524,0	8,41

Colombo (PR)	10594,7	9880,1	6,75
Almirante Tamandaré (PR)	12353,6	11654,0	5,66
Doutor Ulysses (PR)	64317,6	60853,8	5,39
Piên (PR)	14603,9	13959,7	4,41
São José dos Pinhais (PR)	60405,2	57841,1	4,24
Itaperuçu (PR)	24535,0	23777,7	3,09
Piraquara (PR)	12499,2	12215,0	2,27
Adrianópolis (PR)	120672,4	118585,5	1,73

Dentre os que tiveram aumento na área florestal, o que mais se destacou foi o município de Balsa Nova, com 27,2% entre 2000 e 2017.

6.1.7. Área de vegetação nativa (hectares e % do município)

O indicador de Área de vegetação nativa envolve, além de floresta nativa (Mata Atlântica, no caso da Região Metropolitana de Curitiba (RMC)), outras formações naturais não florestais, como os campos naturais e os apicuns. No entanto, embora a existência de campos naturais na RMC seja expressiva, o processamento de dados utilizado no Mapbiomas não captou essa formação natural. Assim, esse indicador retrata apenas a área de floresta nativa como proporção da área total do território (%) e em hectares, indicando uma limitação na existência de dados para comparação intermunicipal no que diz respeito aos campos naturais.

A porção norte da RMC se destaca pela maior área de floresta nativa. Mas tanto à leste quanto à oeste há municípios que se destacam em vegetação nativa (figura 22).

O município com maior quantidade de área é Adrianópolis (112.262,7 ha), cerca de 30% a maior que o segundo colocado, Lapa (77.857,24 ha), localizado no extremo sudoeste da RMC. Cerro azul, ao norte, vem em seguida, com 77.712,2 ha e Campo Largo, à oeste do município de Curitiba, com 77.526,82 ha.

Figura 22. Área de floresta nativa (hectares) – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Cerro Azul, apesar de abrigar a terceira maior área de floresta nativa da RMC, foi o que mais perdeu vegetação entre 2000 e 2017: foram 13.894 ha perdidos. Na RMC como um todo, houve perda de vegetação em 25 dos 29 municípios, em maior ou menor proporção. Além de Cerro Azul, Rio Branco do Sul também perdeu grande área de floresta (11.276,94 ha). Doutor Ulysses, também ao norte da RMC, perdeu 8.888,91 ha entre 2000 e 2017. Outros que se destacam na perda de área de floresta nativa no período analisado são Lapa, Rio Negro, Bocaiúva do Sul, Itaperuçu e Campo Largo (figura 23).

Figura 23. Perda de área de floresta nativa (hectares) entre 2000 e 2017 - RMC.

Fonte: Elaboração própria.

Quando se analisa a proporção de área de vegetação nativa em relação ao território municipal (%), Adrianópolis também é o grande destaque. Em seguida, Campina Grande do Sul (81,37%), Tunas do Paraná (79,38%), Bocaiúva do Sul (79,14%) e Quatro Barras (78,66%). Todos são municípios com grande quantidade de área de floresta nativa em números absolutos, com exceção de Quatro Barras, um município de pequenas proporções em relação aos demais (figuras 24 e 25).

Figura 24. Área de vegetação nativa como proporção da área total do território (% do município) – 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 25. Área de vegetação nativa como proporção da área total do território municipal – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Quando se analisa a perda proporcional de área de vegetação nativa em relação ao total do território municipal, Rio Branco do Sul e Itaperuçu foram os que mais tiveram diminuição na proporção, quase 14% de perda em ambos os casos, entre 2000 e 2017. Doutor Ulysses, Cerro Azul, Piên e Rio Negro tiveram perdas significativas também, de 10% a 11%, mas em toda a RMC houve grande perda proporcional aos territórios municipais. A exceção é Balsa Nova, que teve incremento proporcional na floresta nativa, Pinhais, Contenda e Araucária (quadro 15).

Em municípios onde as proporções de perda de floresta nativa são grandes, mas a área total de vegetação nativa é extensa, como Doutor Ulysses, o impacto do desflorestamento tende a ser menor do que em municípios de extensão menor, como Piên, Colombo, Almirante Tamandaré e Fazenda Rio Grande, mas que apresentaram diminuição de 4 a 10% na proporção de floresta nativa que havia em 2000.

Quando há perda de vegetação em fragmentos extensos, os serviços ecossistêmicos tendem a ser impactados e a biodiversidade tende a apresentar perdas importantes, com destaque para a fauna de topo de cadeia alimentar, como a onça pintada, que necessita de áreas extensas para sua sobrevivência. No entanto, perdas significativas em fragmentos menores podem causar impacto na provisão de serviços ecossistêmicos em áreas urbanas, como filtragem de poluentes, redução de ilhas de calor e diminuição do escoamento superficial da água, caso de Colombo, Almirante Tamandaré e Fazenda Rio Grande, municípios limítrofes ao município de Curitiba e que fazem parte da mancha urbana da RMC. Portanto, ainda que a perda seja proporcionalmente menor nesses municípios, em relação aos cinco que mais perderam proporção de vegetação nativa, o impacto dessa perda é bastante significativo por se tratar da porção mais urbanização da região.

Quadro 15. Tendência temporal no estado da floresta nativa na RMC de 2000 a 2017.

Município	2000	2017	Tendência
Adrianópolis (PR)	84,89	83,69	↓
Agudos do Sul (PR)	58,15	54,47	↓ ↓
Almirante Tamandaré (PR)	64,20	58,00	↓ ↓
Araucária (PR)	32,34	32,47	↑
Balsa Nova (PR)	23,86	27,72	↑ ↑
Bocaiúva do Sul (PR)	84,62	79,14	↓ ↓

Campina Grande do Sul (PR)	82,79	81,37
Campo do Tenente (PR)	35,00	32,46
Campo Largo (PR)	63,56	60,45
Campo Magro (PR)	66,04	60,60
Cerro Azul (PR)	68,30	57,94
Colombo (PR)	53,44	47,78
Contenda (PR)	29,74	30,48
Curitiba (PR)	20,18	18,06
Doutor Ulysses (PR)	70,21	58,92
Fazenda Rio Grande (PR)	37,60	32,87
Itaperuçu (PR)	73,22	59,66
Lapa (PR)	39,48	37,11
Mandirituba (PR)	61,33	55,69
Piên (PR)	55,47	45,25
Pinhais (PR)	14,81	15,93
Piraquara (PR)	55,34	53,69
Quatro Barras (PR)	80,95	78,66
Quitandinha (PR)	44,48	41,20
Rio Branco do Sul (PR)	70,49	56,68
Rio Negro (PR)	49,06	40,87
São José dos Pinhais (PR)	63,59	60,86
Tijucas do Sul (PR)	67,21	64,58
Tunas do Paraná (PR)	81,08	79,38

Figura 26. **Uso da terra e remanescentes de cobertura vegetal – Paraná.**

Fonte: IPARDES, 2010-2014.

6.1.8. Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no Paraná como proporção da área total do território (% do município)

Esse indicador se refere à proporção do município com áreas estratégicas para a conservação da biodiversidade. As Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no Paraná são previstas pela Resolução Conjunta SEMA / IAP 05, de 29 de setembro de 2009.

O propósito da Resolução Conjunta SEMA / IAP 05, de 29 de setembro de 2009 é priorizar áreas visando a proteção da biodiversidade e dos recursos hídricos no Estado do Paraná, aumentar a conectividade entre remanescentes de vegetação nativa, integrar as UCs por meio de corredores de biodiversidade ao longo dos rios paranaenses e seus afluentes.

O mapeamento de áreas para conservação leva em conta elementos como as Áreas Prioritárias para a Biodiversidade, um estudo conduzido pelo MMA, o

projeto Rede da Biodiversidade, a rede de Unidades de Conservação do Estado (SEUC) e as áreas consideradas prioritárias pelo Decreto Estadual n. 3320/2004.

O mapa (figura 27) aponta que os municípios à leste, na RMC, são os que mais possuem, proporcionalmente ao tamanho de seu território, áreas estratégicas para a conservação, com destaque para o de Campina Grande do Sul (54,2%) e Quatro Barras (41%).

Figura 27. Áreas Estratégicas para a Conservação da biodiversidade (hectares e proporção da área total do território municipal em %) – RMC, 2009.

Fonte: Elaboração própria.

Quando se analisa a área total, em hectares, prioritária para conservação em cada município, nota-se que o município de Adrianópolis é o que chama mais atenção, com 509 hectares prioritários. São José dos Pinhais, Campo Largo, Lapa, Campina Grande do Sul, Bocaiúva do Sul, Tunas do Paraná e Tijucas do Sul também têm destaque (quadro 16).

Quadro 16. Área prioritária para conservação (ha) na RMC, 2009.

Município	Área (ha) prioritária para conservação
Adrianópolis	509,002
São José dos Pinhais	352,109
Campo Largo	349,723
Lapa	343,772
Campina Grande do Sul	293,072
Bocaiúva do Sul	289,886
Tunas do Paraná	187,937
Tijucas do Sul	171,844

A análise mais importante desse indicador, no entanto, é justamente a espacialização dessas áreas prioritárias para conservação (figura 28).

Figura 28. Áreas estratégicas para conservação e restauração pela resolução da SEMA/IAP 2009.

Fonte: SPVS, 2018.

O mapa reafirma que há uma relevante extensão de áreas prioritárias para conservação na porção leste da RMC e também na porção oeste. A mancha urbana da metrópole separa essas grandes áreas. A SPVS, em uma publicação que traz diretrizes para a conservação da biodiversidade da RMC (2018) constatou a alta prioridade para conservação e importância regional do Rio Iguaçu como um grande corredor ecológico ou elemento de ligação entre as áreas protegidas à leste e oeste do município de Curitiba.

6.1.9. Porcentagem do total de vegetação nativa em Unidades de Conservação de Proteção integral (hectares e % do município) e porcentagem do município com Unidades de Conservação de Uso Sustentável (hectares e % do município)

A principal norma de referência no Brasil para as unidades de conservação é a Lei Federal n. 9985, de 18 de julho de 2000, que cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). De acordo com o SNUC, as Unidades de Conservação se referem às áreas que devem ser protegidas por suas características naturais relevantes. São “espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção da lei” (art. 1º, I).

O SNUC divide as Unidades de Conservação em duas categorias, Proteção Integral e Uso Sustentável. A primeira categoria objetiva a preservação da natureza e permite apenas uso indireto dos recursos naturais. A segunda categoria visa compatibilizar a conservação com o uso sustentável de uma parcela dos recursos naturais (art. 7º).

No Estado do Paraná, vigora desde 1992 o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC), por meio da Lei Estadual n. 10.066/1992 (com redação dada pela Lei 11.352 de 13/02/1996 e também ratificada pela Lei Florestal do Paraná, n. 11.054/95), que representa o conjunto de UCs do Paraná. Além de participar da administração das UCs (inclusive municipais, por meio de convênio), o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) tem a atribuição de incentivar e assistir os municípios na implantação de bosques, parques, arborização urbana e repovoamento de lagos e rios (art 6º, VI).

O Estado possui atualmente 10 unidades de conservação federais, sem contar as RPPNs (sendo 4 de proteção integral e 6 de uso sustentável), totalizando 1.636.081,18 hectares (IAP, 2005) e 68 unidades de conservação estaduais, sendo 45 de proteção integral e 23 de uso sustentável, que somam 1.205.632,0862 hectares de áreas protegidas (IAP, 2018).

O indicador de proporção de unidades de conservação de proteção integral em relação à área total (ha) de floresta nativa nos municípios da RMC visa indicar o estado atual da conservação da biodiversidade nos municípios, já que as UCs

estão entre os principais mecanismos voltados a essa finalidade. O ideal seria calcular o indicador em relação à área total de vegetação nativa, permitindo a inclusão de outros ecossistemas importantes, caso dos campos naturais, fisionomia relevante na RMC. No entanto, por falta de dados disponíveis para o cálculo de área total de campos naturais, o indicador engloba apenas floresta nativa.

A análise da proporção de unidades de conservação de proteção integral em relação à área total (ha) de floresta nativa nos municípios da RMC aponta uma situação preocupante em relação à conservação da biodiversidade na metrópole. Dos 29 municípios da RMC, 11 não possuem UCs de Proteção Integral e 9 municípios possuem entre 0 e 1% desse tipo de UC em relação à floresta nativa do município. O restante varia entre 3,3% em Araucária e 21,1% em Curitiba, que além de ser o município com maior proporção de UCs de Proteção Integral é um dos prioritários, por abrigar grande parte da mancha urbana e população metropolitana. Adrianópolis (21%), Quatro Barras (17,8%), Fazenda Rio Grande (15,9%) e Piraquara (11,9%) também se destacam (figura 29).

Nota-se, ao olhar para a configuração espacial do indicador, que toda a floresta nativa existente à leste da RMC está desprotegida e, portanto, mais suscetível à futuras perdas devido à pressão pelo uso do solo e outros fatores diversos.

Figura 29. Proporção de Unidades de Conservação de Proteção Integral em relação à área total (ha) de floresta nativa – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Dentre as Unidades de Conservação de Proteção Integral, uma categoria que tem sido foco de políticas públicas no Paraná é a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), uma categoria de domínio privado e de criação voluntária. O Estado é pioneiro na promulgação de uma norma para criação e manutenção de RPPNs (Decreto Estadual n. 4262/1994), atrás apenas do Mato Grosso do Sul, que citou a categoria em uma legislação em 1993 (tese). Atualmente, o Paraná é o Estado que mais possui RPPNs (SEMA, 2018).

A norma mais atual é o Decreto Estadual n. 1529, de 2 de outubro de 2007, que cria o Estatuto Estadual de Apoio à Conservação da Biodiversidade em Terras Privadas no Paraná, atualizando procedimentos de criação. Este decreto dispõe diversas formas de apoio e incentivo às RPPNs, o que é fundamental para sua existência e manutenção.

Um dos incentivos passíveis de ser destinados às reservas particulares é o ICMS ecológico. Também são previstas ações de apoio do órgão estadual competente, como o estabelecimento de parcerias e planos para a sustentabilidade da reserva a longo prazo. O decreto também cria o Programa Estadual de Apoio e

Incentivo às RPPNs, que prevê, entre outros, apoio do IAP nos pedidos de isenção de impostos, como ITR e IPTU para as áreas de RPPN e redução de impostos para o restante do imóvel, publicação anual de edital específico do Fundo Estadual de Meio Ambiente visando a elaboração de plano de manejo das RPPNs e sua implementação, a priorização de concessão créditos em instituições financeiras e a isenção na cobrança de taxas ambientais e demais taxas de serviços públicos estaduais.

No entanto, as RPPNs, em geral, não têm recebido incentivos de cunho financeiro ou se beneficiado dessa política pública de forma expressiva (SCHACHT, 2017).

Na RMC, das 14 UCs de Proteção Integral estaduais, 5 são RPPN. O restante são parques estaduais e um monumento natural (Gruta da Lancinha). Dentre as seis federais, 5 são RPPN, a outra é o Parque Nacional Guaricana. Quando se trata das RPPNs municipais, apenas o município de Curitiba possui essa categoria de UC, totalizando 21 RPPNs. Curitiba foi pioneira ao promulgar uma lei municipal para incentivo à criação de RPPNs (Lei Municipal n. 12.080/2006). Cuja revisão mais atual é a Lei Municipal n. 14587/2015. Até 2010, foram criadas 5 RPPNs em Curitiba; entre 2010 e 2017 foram criadas 16 reservas.

Embora o Estado do Paraná possua políticas públicas que apoiem a criação e manutenção de RPPNs e que na RMC a proporção de RPPNs em relação às demais UCs de Proteção Integral seja expressiva, é preciso aproveitar a existência dos mecanismos legais e garantir a aplicação de incentivos e parcerias que criam um campo para o estímulo à criação de novas RPPNs, seja em nível federal, estadual ou municipal.

Já com relação ao indicador de unidades de conservação de uso sustentável, optou-se por calcular sua proporção em relação à área municipal e não à área total de floresta nativa do município, porque, em geral, as UCs de Uso Sustentável englobam territórios mais amplos, com diversos usos do solo, caso das Áreas de Proteção Ambiental (APAs), categoria de uso sustentável que mais ocorre na RMC (são 8, de 13 UCs de Uso Sustentável federais e estaduais).

Dentre as APAs da região metropolitana, destacam-se as APAs de Passaúna, Rio Verde, Iraí, do Rio Pequeno e de Piraquara, pois são vinculadas à proteção das bacias contribuintes das represas de abastecimento público atual e futuro.

Entre as UCs municipais, destaca-se a Reserva Ecológica do Jardim Ana Maria, em Contenda e a APA Municipal do Iguaçu, em Curitiba. As demais áreas, todas em Curitiba (com exceção do Parque das Águas, que fica em Piraquara), não são reconhecidas formalmente pelo SNUC, mas possuem status de unidade de conservação pela legislação municipal.

O indicador de proporção de Unidades de Conservação de Uso Sustentável em relação à área municipal mostra que os municípios de Piraquara (74,4%), Balsa Nova (69,2%) e São José dos Pinhais (57,7%) são os que mais possuem essa categoria de proteção da biodiversidade em seu território. A maior proporção de UCs de Uso Sustentável coincide em grande parte com os municípios que

compõem o núcleo central da RMC, onde a pressão pelo uso do solo é mais intensa e há uma necessidade premente de conservação (figura 30).

Figura 30. Proporção de Unidades de Conservação de Uso Sustentável em relação à área municipal – RMC, 2018.

Fonte: Elaboração própria.

Na RMC as UCs de Uso Sustentável totalizam 203.639,53 hectares. Desse total, 26,8% está no município de São José dos Pinhais, abrigando a APA Estadual do Rio Pequeno e a APA Estadual de Guaratuba, uma porção da APA de Guaraqueçaba, além de outras duas UCs.

Quando se soma a área de UCs Proteção Integral e Uso Sustentável na RMC, tem-se 247.216,12 hectares de áreas protegidas, cerca de 8,7% do total do Estado do Paraná, que possui 2.841.713,27 hectares de áreas protegidas, sem contar as RPPNs federais e UCs municipais.

A sobreposição entre os remanescentes de vegetação e as UCs da RMC (figura 31) mostra que ainda há uma extensa área, fragmentada, que necessita de novas unidades de conservação, com destaque para o município de Doutor Ulysses.

Figura 31. Remanescentes de vegetação nativa da SOS Mata Atlântica e do Cadastro Ambiental Rural, e Unidades de Conservação e demais categorias da RMC

Fonte: SPVS (2018).

A figura 32 apresenta a localização das principais UCs de Proteção Integral e de Uso Sustentável federais e estaduais (além da APA Municipal do Iguaçu, em Curitiba).

Figura 32. Localização das Unidades de Conservação da RMC em 2010.

Fonte: COMEC, 2010c.

Legenda

Unidades de Proteção Integral		
1	Parque Estadual das Lauráceas	Estadual
2	Parque Estadual de Campinhos	Estadual
3	Parque Estadual do Pico do Paraná	Estadual
4	Parque Estadual do Monge	Estadual
5	Parque João Paulo II	Estadual
6	Parque Estadual Prof. José Wachowicz	Estadual
7	Parque Estadual da Serra da Baitaca	Estadual
8	Monumento Natural Gruta da Lancinha	Estadual
Unidades de Uso Sustentável		
9	AEIT do Marumbi	Estadual

10	Tombamento da Serra do Mar	Estadual
11	Floresta Nacional do Açungui	Federal
12	Floresta Estadual do Passa Dois	Estadual
13	Floresta Estadual Metropolitana	Estadual
14	APA de Guaratuba	Estadual
15	APA Federal de Guaraqueçaba	Federal
16	APA da Escarpa Devoniana	Estadual
17	APA do Rio Verde	Estadual
18	APA do Passaúna	Estadual
19	APA do Iraí	Estadual
20	APA do Piraquara	Estadual
21	APA do Pequeno	Estadual
22	APA Municipal do Iguaçu (Curitiba)	Municipal

6.1.10. Vegetação nativa por habitante

O indicador de vegetação nativa por habitante é similar ao indicador clássico de áreas verdes por habitante bastante utilizado em áreas urbanas. No contexto urbano, este último é um indicador bastante relevante pois aponta em que medida as pessoas tem áreas verdes disponíveis para uso e lazer (MAZZEI, COLESANTI e SANTOS, 2007), em geral vistas como espaços naturais que a população tem acesso (embora algumas definições sejam mais amplas e englobem também áreas privadas, por exemplo), seja em relação ao lazer ou a serviços ecossistêmicos prestados por essas áreas no meio urbano, como redução das ilhas de calor e purificação do ar.

No contexto da RMC, no entanto, a função deste indicador ultrapassa a perspectiva da mancha urbana em si e dialoga com o território metropolitano como um todo. Assim, esse indicador funciona como um parâmetro geral, mas não aponta, por exemplo, fatores como acesso às áreas verdes para lazer.

O indicador de vegetação nativa foi calculado em hectares e dividido pelo número de habitantes do município no respectivo ano.

Como esperado, a espacialização do indicador mostra que a área de vegetação nativa por habitante é menor nos municípios mais populosos que compõem grande parte da mancha urbana metropolitana. A porção norte da RMC, de perfil rural e caracterizada por uma extensão de vegetação nativa expressiva, apresenta os maiores valores de vegetação nativa por habitante (figura 33).

Figura 33. Vegetação nativa por habitante (m²/habitante) – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Quando se analisa o indicador em hectares, o município de Adrianópolis possui 17,95 hectares de vegetação nativa por habitante, mais da metade do que possui o segundo colocado, o município de Dr. Ulysses, com 8 hectares por habitante. Tunas do Paraná apresenta 6,7 ha/hab, Bocaiúva do Sul, 5,2 ha/hab, Cerro Azul 4,3 ha/hab e Tijucas do Sul, 2,6 ha/hab. Apesar desses destaques, 23 municípios possuem valor abaixo de 1,6 hectares por habitante.

Ao se comparar esses valores com os valores per capita dos cinco países com a maior área de floresta no mundo (aqui entram inclusive florestas plantadas, diferente do indicador calculado aqui) (quadro 17), constata-se que Adrianópolis possui quase o dobro do que possui o Canadá, país com mais área florestal por habitante no planeta. Dr. Ulysses e Tunas do Paraná estão acima da Rússia, segundo país com mais área florestal por habitante. Bocaiúva do Sul, Cerro Azul e Tijucas do Sul estão acima do terceiro lugar, o Brasil.

Os demais 23 municípios possuem em média 0,62 hectares de vegetação nativa por habitante e, portanto, estão abaixo dos EUA e China, mas ainda acima da média global de área florestal por habitante.

Quadro 17. Área florestal per capita (hectares/pessoa) dos cinco países com a maior área florestal - 2015

Canadá	9.74
Rússia	5.75
Brasil	2.43
EUA	0.96
China	0.15
Média global	0.55

Fonte: CANADA (2018).

Embora a maioria dos municípios (19) tenha até 1 hectare por habitante, mesmo assim, até os menores colocados, Curitiba e Pinhais, possuem um número satisfatório. O cálculo em m² aponta que Curitiba possui 41,2 m² por habitante e Pinhais, 75,2 m².

É comum encontrar o parâmetro de 12 m² de área verde por habitante em trabalhos acadêmicos e mídia, como recomendação da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), ou Organização Mundial da Saúde (OMS), mas esse valor não foi confirmado pelas organizações.

A Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), estabeleceu um limite de 15m² de área verde por habitante durante a assembleia de encerramento do VI Encontro Nacional sobre Arborização Urbana (SBAU, 1996 apud GUZZO, 2006). Outro parâmetro é trazido por Milano (1990), tendo como fonte a sugestão da Associação Nacional de Recreação dos EUA, de 28 a 40 m² por habitante.

Embora o objetivo do indicador de vegetação nativa por habitante não seja quantificar disponibilidade de áreas verdes para lazer, ele serve de parâmetro para indicar que todos os municípios da RMC estão acima desse número, portanto, em tese, a população consome diversos serviços ambientais prestados pela vegetação. Sugere-se, de forma complementar, que outros estudos comparem índice de áreas verdes por habitante visando análise do acesso ao lazer, tópico que não foi objeto de análise desta tese.

Apesar dos valores satisfatórios, é preciso considerar que, entre 2000 e 2017 houve diminuição, em maior ou menor grau, de vegetação nativa por habitante em toda a RMC, com exceção de Adrianópolis (figura 34).

Figura 34. Vegetação nativa por habitante (hectares/habitante) na RMC entre 2000 e 2017.

Fonte: Elaboração própria.

6.2. Indicadores de serviços ecossistêmicos

6.2.1. Provisão de água

6.2.1.1. Disponibilidade hídrica dos mananciais de abastecimento da RMC (oferta) (l/s por bacia hidrográfica)

A disponibilidade hídrica superficial dos mananciais de abastecimento da RMC foi obtida por bacia hidrográfica, em litros por segundo. As bacias selecionadas são as que compreendem as Áreas de Interesse de Mananciais de Abastecimento Público (Decreto n. 4435 - 29 de Junho de 2016): Alto Iguaçu, Ribeira e bacia Litorânea.

Os cálculos constam no Plano Estadual de Recursos Hídricos, e consideram as vazões típicas QLT (vazão média de longo termo) e Q95% (vazão com

frequência igual a 95% da curva de permanência de vazões). Para isso utilizou-se as séries de vazões observadas nas estações fluviométricas existentes.

As bacias de interesse da RMC se dividem, assim como as demais bacias do Estado, em Áreas Estratégicas de Gestão com o objetivo de homogeneizar o recorte territorial de gestão (figura 35).

Figura 35. Áreas estratégicas de gestão do Paraná (com foco da RMC) por Unidade Hidrográfica.

Em bege é apresentada a unidade hidrográfica de Alto Iguaçu/Ribeira, subdividida nas respectivas áreas estratégicas. IGA – Alto Iguaçu. RB – Ribeira.

Fonte: SUDERHSA (2007).

A bacia do Ribeira, que atende os municípios ao norte da RMC, possui uma disponibilidade hídrica superficial de 66.136,18 l/s e possui uma demanda hídrica de 788,8 l/s. A bacia do Alto Iguaçu, que atende a porção ao sul da RMC apresenta uma disponibilidade hídrica 27% menor do que a do Ribeira, de 48.190,69 l/s e uma demanda 12 vezes maior (quadro 18).

Quadro 18. Disponibilidades e demandas hídricas superficiais na bacia do Alto Iguaçu, Ribeira e Litorânea - RMC, 2009.

Bacia hidrográfica	Disponibilidades Hídricas Superficiais (l/s)	Demanda hídrica superficial (l/s)
Alto Iguaçu	48.190,69	9.560,90
IGA.01	1.398,86	339,72
IGA.02	1.440,71	1.400,21
IGA.03	7.870,44	5.567,58
IGA.04	1.319,58	1.378,73
IGA.05	2.980,42	181,08
IGA.06	15.877,94	302,3
IGA.07	17.302,75	391,29
Ribeira	66.136,18	788,8
RB.01	9.360,68	317,19
RB.02	38.627,94	292
RB.03	8.245,45	152,3
RB.04	9.902,11	27,31
Litorânea (BL.01)	77.044,20	1.191,70

Na bacia do Alto Iguaçu, as áreas estratégicas de gestão IGA.02, 03 e 04 são as de maior demanda hídrica e atendem grande parte área urbana da RMC, com destaque para o município de Curitiba.

Assim, a oferta do serviço ecossistêmico de provisão de água é bem maior na bacia do Ribeira, do que na bacia do Alto Iguaçu e, no entanto, a demanda pelo serviço é muito superior nesta última, onde se encontra a grande mancha urbana da metrópole (figuras 36 e 37).

Figura 36. Disponibilidade hídrica por bacia hidrográfica – Paraná.

Fonte: IPARDES, 2009.

Figura 37. Distribuição dos municípios segundo as bacias hidrográficas – Paraná.

Fonte: IPARDES (2013).

6.2.1.2. *Disponibilidade hídrica subterrânea (potencial) da RMC (oferta)
(l/s por aquífero por bacia hidrográfica)*

Para analisar a disponibilidade hídrica subterrânea da RMC (l/s) por aquífero (quadro 19) por bacia hidrográfica, foram consideradas as bacias que compreendem as Áreas de Interesse de Mananciais de Abastecimento Público (Decreto n. 4435 - 29 de Junho de 2016): Alto Iguaçu, Ribeira e bacia Litorânea).

A avaliação da disponibilidade das águas subterrâneas no Estado do Paraná foi estimada, principalmente, por meio do potencial hidrológico dos aquíferos paranaenses, obtido no Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (SUDERHSA, 1998) e no Manual Técnico de Outorgas da SUDERHSA (2006).

Quadro 19. *Disponibilidade hídrica subterrânea na RMC.*

Bacia hidrográfica	Unidade aquífera	Área na AEG	Disponibilidade de Hídrica Subterrâneas na bacia (l/s)	Demanda hídrica subterrânea (l/s)
Alto Iguaçu				
IGA.01	Pré-Cambriana	156,76	877,83	97,83
	Guabirotuba	198,78	701,69	
	Total	355,54		
IGA.02	Pré-Cambriana	151,33	847,43	583,22
	Karst	36,19	300,01	
	Guabirotuba	156,04	550,81	
	Total	343,55		
IGA.03	Pré-Cambriana	800,13	4.480,75	244,04
	Karst	95,04	787,91	
	Guabirotuba	338,11	1.193,54	
	Total	1.233,29		
IGA.04	Pré-Cambriana	718,24	4.022,14	103,96
	Karst	99,82	827,49	
	Guabirotuba	24,99	88,21	
	Total	843,05		
IGA.05	Pré-Cambriana	196,22	1.098,85	56,47
	Karst	44,68	370,41	
	Paleozóica Inferior	158,56	570,82	

	Paleozóica Média Superior	551,03	3.085,76	
	Total	950,49		
IGA.06	Pré-Cambriana	1.733,40	9.707,03	139,24
	Paleozóica Inferior	31,88	114,76	
	Paleozóica Média Superior	1.078,50	6.039,60	
	Guabirotuba	113,69	401,34	
	Total	2.957,47		
IGA.07	Paleozóica Inferior	2,45	8,84	86,67
	Paleozóica Média Superior	3.280,73	18.372,11	
	Paleozóica Superior	360,7	1.298,53	
	Total	3.643,89		
Ribeira				
RB.01	Pré-Cambriana	648,65	3.632,44	78,18
	Karst	565,67	4.689,39	
	Paleozóico Inferior	109,82	395,34	
	Total	1.324,14		
RB.02	Pré-Cambriana	2.639,66	14.782,07	50,98
	Karst	1.904,20	15.785,81	
	Paleozóica Inferior	47,05	169,38	
	Total	4.590,90		
RB.03	Pré-Cambriana	853,12	4.777,47	67,18
	Karst	186,64	1.547,27	
	Guabirotuba	35,72	126,08	
	Total	1.075,48		
RB.04	Pré-Cambriana	1.586,81	8.886,15	27,09
	Karst	1.018,30	8.441,72	
	Total	2.605,11		
Litorânea (BL.01)	Pré-Cambriana	3.738,86		20,7
	Costeira	1.904,33	20.937,62	
	Total	5.643,20		

No contexto da RMC, a unidade aquífera Pré-Cambriana está presente em quase todas as Áreas Estratégicas de Gestão e é fundamental como complemento ao abastecimento público. Corresponde a 20% de toda a demanda de água da RMC, sendo utilizada principalmente por condomínios e postos de serviço (PARANÁ, 2009d).

Abrange, na RMC, o município de Curitiba, parte dos municípios de Agudos do Sul, Araucária, Almirante Tamandaré, Balsa Nova, Campina Grande do Sul, Campo do Tenente, Campo Largo, Campo Magro, Cerro Azul, Colombo, Contenda, Fazenda Rio Grande, Lapa, Mandirituba, Piên, Piraquara, Quatro Barras, Quitandinha, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná (figura 38).

Figura 38. Localização das unidades aquíferas no Paraná (com destaque à RMC), 2007.

Fonte: Paraná (2009d).

Outro aquífero de alta relevância para a RMC é o Karst, que, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (2009d), representa uma alternativa para o abastecimento de parte da RMC, possuindo ótima qualidade

para consumo humano e apresenta alta produtividade na irrigação. Os municípios que estão sobre o Karst são abastecimentos com águas subterrâneas. No entanto, sua exploração exige cautela devido à vulnerabilidade do aquífero em relação ao uso de defensivos agrícolas na região (PARANÁ, 2009d).

A unidade aquífera de Guabirotuba também ocorre nas bacias de interesse da RMC, principalmente na do Alto Iguaçu. No entanto, pode apresentar altos teores de fluoretos, restringindo seu uso para o consumo humano (PARANÁ, 2009d).

Destaca-se que as Áreas Estratégicas IGA.02 e IGA.03 possuem as maiores demandas hídricas subterrâneas na RMC, abrangendo municípios como Curitiba, Pinhais, São José dos Pinhais, Araucária e Colombo.

6.2.1.3. Demanda hídrica municipal (demanda) (vazão captada em litros por segundo)

A demanda hídrica municipal é calculada a partir da soma da vazão captada em litros por segundo, superficial e subterrânea, para os diferentes tipos de uso da água. Cada tipo de uso interfere na demanda por recursos hídricos (tanto na quantidade quanto na qualidade) refletindo-se nas disponibilidades presentes e futuras, e podendo comprometer as metas de sustentabilidade no uso dos recursos hídricos.

O indicador leva em conta os usos para abastecimento público (uso doméstico), industrial, minerário, agrícola e pecuário. As informações são oriundas do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná.

A bacia do Alto Iguaçu, como já mencionado, tem uma menor disponibilidade hídrica em relação à bacia do Ribeira, mas a demanda hídrica na primeira é muito mais elevada, pois abastece grande parte da população urbana da RMC (figura 39).

Figura 39. Demanda hídrica total e por tipo de manancial – Paraná.

Fonte: IPARDES, 2009.

Quando se analisa a demanda hídrica por município, fica evidente a situação do município de Curitiba como o maior receptor do serviço de provisão de água, com uma demanda de 5427 l/s, o que representa uma demanda 74% maior do que o segundo maior receptor, o município de Araucária (1397,5). Se destacam também Colombo (920,4 l/s) e São José dos Pinhais (862 l/s) (figura 40).

Lapa, Bocaiúva do Sul, Almirante Tamandaré e Pinhais também possuem uma demanda elevada em comparação com os demais municípios da RMC.

Figura 40. Demanda hídrica total (l/s) – RMC, 2008.

Fonte: Elaboração própria.

No município de Araucária, a principal demanda é industrial, ao contrário de Curitiba, que possui a maior demanda por abastecimento público. Colombo possui mais demanda para abastecimento público também, mas utiliza em grande parte de fontes subterrâneas, ao contrário de Curitiba.

Em São José dos Pinhais, a maior demanda também é para abastecimento público, advindo de fontes superficiais em sua maioria, mas a demanda oriunda da agricultura também possui bastante relevância nesse município.

No município de Lapa, a agricultura representa 67% de toda a demanda hídrica do município. Em Bocaiúva do Sul, mais da metade da demanda é oriunda da indústria. Já em Almirante Tamandaré, o abastecimento público responde por 65% da demanda hídrica, principalmente subterrânea, seguido da indústria que responde por 14% da demanda. Em Pinhais, a demanda é quase toda advinda do abastecimento público, por fontes superficiais.

Quando se analisa a demanda hídrica por tipo de atividade, o abastecimento público é o que prepondera, com 8375,8 l/s somando todos os municípios. Isso

representa 73% de toda a demanda hídrica da RMC, com destaque para o município de Curitiba. O setor industrial é o segundo que mais demanda provisão de água, com 1774,9 l/s, no entanto observa-se que essa demanda se concentra majoritariamente no município de Araucária. A agricultura fica em terceiro lugar, com 1089,73 l/s, e se concentra principalmente nos municípios de Colombo (250,8 l/s), Lapa (228 l/s) e São José dos Pinhais (219,5 l/s).

As atividades de pecuária e mineração são menos relevantes em termos de demanda de água, com 186,63 l/s e 7,5 l/s, respectivamente. Lapa (29,2 l/s), Campo Largo (13,2 l/s) e Rio Negro (14 l/s) são municípios que mais demandam água para a atividade de pecuária. A mineração demanda água principalmente em Campo Largo (2,8 l/s).

6.2.1.4. Consumo de água per capita (l/hab/dia)

O cálculo do consumo de água per capita foi realizado a partir dos dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS (2004). A média da demanda per capita de cada município foi calculada pelo quociente entre o volume macro produzido de água (SNIS) e a população atendida de água (SNIS), para cada município.

O consumo de água per capita varia, na RMC, entre 69 l/hab/dia em Tijucas do Sul e 353 l/hab/dia em Rio Branco do Sul. Com exceção deste município, o maior consumo de água per capita localiza-se justamente nos municípios onde fica a mancha urbana metropolitana (Curitiba, Pinhais, Colombo, Almirante Tamandaré, Araucária, São José dos Pinhais e Quatro Barras) (figura 41).

Figura 41. Consumo urbano de água per capita (l/hab./dia) – RMC, 2004.

Fonte: Elaboração própria.

6.2.1.5. Avaliação da oferta-demanda do abastecimento urbano de água

A avaliação da oferta-demanda de água para abastecimento urbano é um indicador oriundo de um diagnóstico realizado pela Agência Nacional de Águas em 2015, com o objetivo de verificar a situação dos mananciais e dos sistemas produtores de água quanto ao atendimento das demandas hídricas futuras.

Quando o manancial e o sistema produtor apresentaram condições de atendimento às demandas urbanas até o ano de 2015, o abastecimento de água para a sede municipal foi considerado satisfatório. Quando o balanço entre a oferta e a demanda se mostrou com saldo negativo (déficit), foi identificada a necessidade de investimentos em obras para o aproveitamento de novos mananciais ou para adequação dos sistemas existentes.

Na RMC, quando se analisa a oferta de água para abastecimento urbano existem 15 municípios com abastecimento de água satisfatório. Portanto, nesses municípios os mananciais e sistemas produtores atendem aos critérios de

quantidade e qualidade, caso por exemplo da porção mais ao norte da RMC (figura 42).

Já os municípios mais centrais da mancha urbana são os que requerem novo manancial: Curitiba, Almirante Tamandaré, Colombo, Araucária, Fazenda Rio Grande e São José dos Pinhais, totalizando 6 municípios nessa situação, em que o manancial disponível não atende aos critérios de avaliação devido à problema de quantidade e/ou qualidade hídrica. Pinhais chama a atenção por ter abastecimento satisfatório apesar da alta demanda por abastecimento público.

Os demais municípios requerem ampliação do sistema produtor, por não conseguir atender a demanda projetada.

Figura 42. Avaliação da oferta-demanda do abastecimento urbano de água (situação) – RMC, 2015.

Fonte: Elaboração própria.

6.2.2. Provisão de alimentos

6.2.2.1. Produção agrícola

O indicador de produção agrícola é calculado em toneladas por ano por município. Representa a oferta do serviço ecossistêmico de provisão de alimentos. Quanto maior o grau de manejo humano sobre essa produção, menor a relevância do indicador como um serviço ecossistêmico. No entanto, corresponde a um indicador proximal, na ausência ou limitação na existência de dados sobre produção orgânica (caso deste estudo, já que o indicador de produção orgânica engloba apenas os anos de 2005 a 2009).

Os municípios que mais tiveram produção agrícola em 2017 foram Cerro Azul, Lapa, Contenda e Araucária, seguidos de Campo Largo, Balsa Nova e Quitandinha. Assim, a porção sudoeste da RMC pode ser considerada uma região que tem como uma de suas características a produção agrícola (figura 43).

Figura 43. Produção agrícola (t/ano) – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Embora diversos municípios da RMC sejam, em alguma medida, fornecedores do serviço de provisão de alimentos, a produção agrícola da região, de 1903082, é pequena se comparada à produção agrícola total do Paraná em 2017, de mais de 87 milhões de toneladas/ano, representando apenas 2,2% da produção do Estado.

Dos municípios com maior produção agrícola, é interessante destacar que Contenda, além de ser um dos maiores provedores do serviço de provisão de alimentos (seja para a RMC ou fora dela) teve um aumento de 145,5% em 2017, em relação à 2001, sendo o segundo município com maior aumento. A produção agrícola dos outros quatro municípios que mais produzem também aumentou, em menor grau: Contenda 145,5%, Lapa 55,5%, Cerro Azul 45,5% e Araucária, 39,9%, em relação a 2000.

O município de Agudos do Sul se destacou como de maior tendência de aumento na produção agrícola. Foram 161,2% a mais do que 2000. Contenda, como mencionado, foi o segundo e Piraquara, o terceiro, com 128,5% de aumento.

Por outro lado, Pinhais e Colombo foram os municípios que tiveram maior queda na produção agrícola, entre 2001 e 2017, com 77,1% e 65,6%, respectivamente. Outros sete municípios apresentaram queda, entre os quais Curitiba (quadro 20).

Quadro 20. Produção agrícola (t/ano) em 2001 e 2017 e tendência.

Município	Produção agrícola (oferta) (toneladas/ano por município)		
	2001	2017	Tendência
Pinhais (PR)	1088	249	-77,11
Colombo (PR)	17750	6104	-65,61
Doutor Ulysses (PR)	70681	37724	-46,63
Rio Branco do Sul (PR)	47324	27474	-41,94
Bocaiúva do Sul (PR)	25681	16992	-33,83
Curitiba (PR)	993	718	-27,69
Campo Largo (PR)	125541	115405	-8,07
Campina Grande do Sul (PR)	9346	8928	-4,47
Campo do Tenente (PR)	54358	52047	-4,25

6.2.2.2. *Produção animal*

O indicador de produção animal, calculado em unidades (cabeças) por ano por município, é complementar ao de produção agrícola. Inclui bovinos, bubalinos, suínos, caprinos, ovinos, galináceos e codornas. Ambos visam quantificar o serviço ecossistêmico de provisão de alimentos.

Quanto maior o grau de manejo humano sobre essa produção, menor a relevância do indicador como um serviço ecossistêmico. No entanto, corresponde a um indicador proximal, na ausência de dados sobre produção animal orgânica.

O sul da RMC é a porção onde há maior produção pecuária (figura 44). O município de Mandirituba foi responsável, sozinho, por 42% de toda a produção na RMC em 2017. Outros dois municípios de destaque na produção animal são Lapa (17,4%) e Rio Negro (10%).

Figura 44. Produção animal (efetivo de rebanhos) – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Quando se analisa a tendência entre 2001 e 2017, nota-se um declínio na produção animal na RMC. Ao todo, 12 municípios apresentaram alta na produção e 17 municípios apresentaram queda. Curitiba, Pinhais e Rio Negro foram os que mais diminuíram sua produção (quadro 21). No caso dos dois primeiros, é uma tendência natural decorrente da crescente urbanização. Rio Negro, por outro lado, sofreu expressiva diminuição, mas segue entre os três maiores produtores na RMC.

Quadro 21. Produção animal (efetivo de rebanhos) em 2001 e 2017 e diminuição em relação à 2000.

Município	2001	2017	Diminuição (% em relação a 2000)
Curitiba (PR)	191700	2029	-98,94
Pinhais (PR)	23825	2993	-87,44
Rio Negro (PR)	9490755	1572190	-83,43
Quitandinha (PR)	3283030	657209	-79,98
Agudos do Sul (PR)	436421	108540	-75,13
Campo do Tenente (PR)	840907	285446	-66,05
São José dos Pinhais (PR)	885920	343154	-61,27
Piên (PR)	643050	266515	-58,55
Lapa (PR)	6251812	2709995	-56,65
Bocaiúva do Sul (PR)	69158	33243	-51,93
Almirante Tamandaré (PR)	154480	82365	-46,68
Campo Largo (PR)	363650	226138	-37,81
Mandirituba (PR)	9906463	6482630	-34,56
Araucária (PR)	847529	630444	-25,61
Itaperuçu (PR)	82005	69820	-14,86
Balsa Nova (PR)	81100	77596	-4,32
Colombo (PR)	85734	84920	-0,95

Os municípios de Fazenda Rio Grande e Campo Magro foram os que mais aumentaram sua produção. O primeiro teve produção 3,5 vezes maior em 2017 do que em 2001. O segundo 1,3 vezes maior.

A RMC produziu, em 2017, um total de 15.577.453 unidades de animais, o que corresponde a 3,9% da produção do Estado do Paraná.

6.2.2.3. Produção orgânica (oferta) (toneladas por ano por município)

O indicador de produção orgânica (t/ano), assim como o de área com agricultura orgânica (hectares de área colhida), foi obtido por meio da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) do Estado do Paraná, Departamento de Economia Rural (DERAL). Estão disponíveis dados oficiais apenas para os anos de 2004 a 2009.

No período analisado, é possível verificar que apenas 9 municípios da RMC tiveram produção orgânica tanto em 2004 quanto em 2009, dentre os 29. Apesar disso, a RMC, somada à região do litoral do Estado do Paraná, foi responsável por mais de 60% de toda a produção orgânica estadual (IPARDES, 2007). Se considerada apenas a RMC, em 2004, sua produção correspondeu a 34,5% de toda a produção do Estado. Os municípios da RMC com maior produção em 2009 foram Colombo e São José dos Pinhais, responsáveis por 68% de toda a

produção na região. Almirante Tamandaré e Araucária são destaque também. As áreas de cultivo concentram-se nos municípios do entorno de Curitiba, o cinturão verde da metrópole (figura 45).

Figura 45. Produção orgânica (t) na RMC em 2009.

Fonte: Elaboração própria.

Quando se analisa as tendências, Araucária foi o município que sofreu o maior aumento na produção orgânica, entre 2004 e 2009, com mais de 1300% de aumento em relação a 2004. Almirante Tamandaré teve um aumento de 87,4% em relação ao mesmo ano. Colombo, o município com maior produção orgânica em 2009, apresentou aumento de 100%. Outros destaques nas tendências positivas foram Bocaiúva do Sul (250%) e Campo Magro (168%) (quadro 22).

São José dos Pinhais, apesar de ter sido o segundo maior produtor em 2009, sofreu uma diminuição discreta na produção entre 2004 e 2009 (8,7%) e Lapa, por outro lado, foi o município com maior queda na produção no período (57% a menos em 2009, em relação a 2004).

Segundo o IPARDES (2007), a principal produção orgânica na região corresponde a hortaliças. Praticamente toda a produção é escoada para o município de Curitiba, onde se concentra grande parte da população da RMC.

Quadro 22. Produção orgânica (toneladas) nos anos de 2004 e 2009 e proporção de aumento na produção em 2009, em relação à 2004 (%) – RMC.

Município	2004	2009	Aumento (% em relação a 2004)
Araucária (PR)	28	410	1364,3
Bocaiúva do Sul (PR)	56	196	250
Campo Magro (PR)	50	134	168
Colombo (PR)	959	1925	100,7
Almirante Tamandaré (PR)	309	579	87,4
Piraquara (PR)	27	48	77,8
Mandirituba (PR)	96	127	32,3

Na tentativa de analisar a condição atual da produção orgânica, foi utilizado de forma complementar o indicador “Estabelecimentos agropecuários por uso de agricultura orgânica”. Uma limitação importante do indicador é que ele não indica a proporção de área com agricultura orgânica em relação à área com agricultura existente, pois um estabelecimento de proporções expressivas que use agrotóxico irá causar impacto bem maior que numerosos estabelecimentos pequenos que façam uso de agricultura orgânica.

De uma forma geral, a proporção de estabelecimentos agropecuários na RMC com agricultura orgânica é pequena, não ultrapassando 13% do total de estabelecimentos, em 2017. Nota-se que os municípios com maior proporção de estabelecimentos orgânicos se situam no entorno do município de Curitiba, no chamado cinturão verde da metrópole, como já apontavam dados de 2009.

Colombo foi apontado como o principal município a ter área de produção orgânica neste período, o que reforça que lá tem havido menor impacto da atividade agrícola sobre o ambiente, em comparação com os demais municípios da RMC.

Esses indicadores, no caso de Colombo, refletem a adoção de políticas de incentivo à produção orgânica e reforçam o papel que ações desta natureza podem desempenhar na proteção do capital natural: a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do município de Colombo tem oferecido incentivos e subsídios aos produtores orgânicos visando diversificar o potencial agrícola da região e ofertar alimentos livres de agrotóxicos em comércios locais, entidades e escolas (COLOMBO, 2017).

É necessário que políticas de incentivo à produção orgânica sejam aplicadas nos diversos municípios da RMC, como ocorreu com Colombo, para que o impacto da produção orgânica sobre o capital natural seja minimizado, garantindo não

apenas a conservação dos recursos naturais, mas também a provisão de alimentos a longo prazo.

6.2.2.4. *Consumo de alimentos per capita*

O consumo de alimentos per capita foi estimado por meio do indicador de aquisição alimentar domiciliar per capita, calculada em quilos por ano pelo IBGE, para o Estado do Paraná, por meio da Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF. Posteriormente, o dado de consumo em quilos/pessoa/ano para o Paraná foi multiplicado pela população do município para a geração de uma estimativa de consumo de alimentos por ano no município, separada entre consumo alimentar vegetal e animal.

Foram considerados somente alguns grupos de alimentos, *in natura* (obtidos de plantas ou animais e adquiridos para consumo sem terem sofrido processamento ou minimamente processados (alimentos *in natura* que sofreram alterações mínimas na indústria, como secagem e moagem), compatíveis com os dados obtidos para os indicadores de produção agrícola e animal (leite e ovos, por exemplo, foram excluídos por não terem sido considerados dentro do conjunto de indicadores de provisão de alimentos).

É considerado aqui um indicador de demanda do serviço ecossistêmico de provisão de alimentos. Embora o consumo de alimentos esteja relacionado a fatores diversos, como renda, no contexto da pesquisa esse indicador é relevante por apontar, de forma aproximada, qual é a demanda de alimentos cuja provisão advém de sistemas naturais ou seminaturais (por isso não entram os alimentos processados).

Como esperado, o consumo de fato é maior nos municípios que compõem a mancha urbana da RMC, tanto vegetal quanto animal. Curitiba, Colombo e São José dos Pinhais, municípios mais populosos, são os maiores consumidores de alimentos vegetais e animais (figuras 46 e 47). Curitiba sozinho era responsável por 55,2% de todo o consumo tanto vegetal quanto animal na RMC.

Figura 46. Consumo alimentar vegetal (t/ano) – RMC, 2008.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 47. Consumo alimentar animal (t/ano) – RMC, 2008.

Fonte: Elaboração própria.

A tendência é de aumento, entre 2002 e 2008, o que reflete tanto o aumento populacional quanto as variações na dieta. Tunas do Paraná teve o maior aumento, de 77,9%, em 2008 em relação a 2002, para o consumo de vegetais e 68,3% de aumento no consumo animal.

6.2.2.5. Insegurança alimentar e nutricional

O indicador de insegurança alimentar e nutricional tem aqui contexto de um indicador de demanda pela provisão de alimentos. Classifica os municípios quanto ao seu nível de vulnerabilidade (muito alta, alta e média vulnerabilidade) alimentar e nutricional.

Os dados são do Relatório da Segurança Alimentar e Nutricional nos Municípios (Ministério do Desenvolvimento Social, 2014). Esse monitoramento do direito à alimentação adequada é uma demanda da Política Nacional de Segurança

Alimentar e Nutricional, que criou o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) em 2006 (Lei Federal n 11.346/2006).

Para a classificação dos municípios foi utilizado o método estatístico denominado “Análise de Cluster ou análise de agrupamentos”, cujo objetivo foi reunir os municípios em grupos, a partir dos índices de déficit de altura para idade e déficit de peso para idade das crianças beneficiárias do Programa Bolsa Família (PBF) menores de 5 anos, onde cada grupo possui um perfil significativamente homogêneo dentro dele e significativamente heterogêneo entre si.

Assim, foram classificados como vulneráveis apenas os municípios com média de déficit de altura para idade igual ou superior à média para o Brasil em 2014, ou seja, 10,1%. Os municípios com média até 13,1% foram classificados como de média vulnerabilidade; os com média de até 20%, como de alta vulnerabilidade; e os com média superior a 32,2%, como de muito alta vulnerabilidade. Os municípios com média abaixo de 10,1% foram excluídos da análise.

Embora existam diversos fatores que influenciem na segurança alimentar e nutricional, principalmente sociais e conjunturais, independentemente das razões que levam à insegurança alimentar, a existência dessa insegurança indica a demanda por alimentos saudáveis e in natura.

A situação da segurança alimentar e nutricional na RMC é relativamente preocupante. São 14 municípios com média vulnerabilidade e 2 com alta vulnerabilidade, somando 16 municípios vulneráveis, dentre 29, o que responde a mais da metade da RMC (figura 48). Mandirituba e Adrianópolis são os municípios com maior insegurança alimentar e nutricional.

Figura 48. Insegurança alimentar e nutricional (grau de vulnerabilidade) – RMC, 2014.

Fonte: Elaboração própria.

O município de Mandirituba é emblemático em termos de disparidades entre municípios provedores e consumidores de serviços ecossistêmicos: ao mesmo em que é um dos municípios com maior insegurança alimentar e nutricional, é também o maior produtor animal na região.

Uma das diretrizes da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional é a promoção do abastecimento e estruturação de sistemas sustentáveis e descentralizados de produção, extração, processamento e distribuição de alimentos (art. 3º, II). Nesses moldes, a proximidade entre consumidor e provedor de alimentos pode auxiliar na busca por maior segurança alimentar e nutricional.

6.2.3. Regulação climática global

6.2.3.1. *Estoque de carbono*

O estoque de carbono foi estimado por município, a partir da fórmula: toneladas/ha x área de floresta nativa do município. O dado de tonelada de C por hectare para Floresta Ombrófila Mista, fisionomia de Mata Atlântica que predomina na Região Metropolitana de Curitiba, foi estimado em 174,1 pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS).

Como esperado, os municípios com maior área e vegetação nativa são os provedores chave do serviço de estoque de carbono. Na RMC se destaca a porção norte, principalmente o município de Adrianópolis, e também os municípios de Campo Largo, Lapa, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul (figura 49).

Figura 49. Estoque de carbono (t CO₂/ano) – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Os municípios que mais perderam estoque de CO₂ entre 2000 e 2017 se localizam justamente na porção noroeste da RMC: Cerro Azul, que perdeu 2.418.988 t/CO₂, Rio Branco do Sul, 1.963.316 t/CO₂ e Doutor Ulysses, 1.547.560 t/CO₂. Em termos percentuais, Rio Branco do Sul foi o que mais perdeu estoque de carbono (19,6%), além de Itaperuçu (18,5%) e Piên (18,4%).

Houve perda no estoque de CO₂ em quase toda a RMC, menos em Balsa Nova (230.971,2 t), Contenda (38658,71 t), Pinhais (11.879,81 t) e Araucária (10.709,98 t). O incremento no estoque de CO₂, em Balsa Nova, além de expressivo em números absolutos, também representa um aumento de 16% em relação à 2000. Contenda, Pinhais e Araucária tiveram aumento mais discreto tanto em termos absolutos quanto em proporção: 2,5%, 7,5% e 0,4%, respectivamente.

6.2.3.2. *Emissão de carbono*

O indicador de emissão de carbono municipal deveria utilizar dados oriundos de inventários municipais de emissão de gases do efeito estufa (GEE). Na RMC, apenas Curitiba já realizou inventário.

Devido a inexistência de inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE) para todos os municípios da Região Metropolitana de Curitiba e para garantir a possibilidade de comparação entre os municípios, o indicador utiliza como base os dados de emissões per capita (tCO₂/hab./ano) que constam no Inventário de Emissões de GEE do Paraná, cujo cálculo data de 2005 e levam em conta emissões oriundas de agricultura, florestas e outros usos da terra, energia, processos industriais e uso de produtos e resíduos.

Na falta de dados concretos sobre o padrão de emissões de GEE em cada município, é relevante a consolidação desse indicador com dados estimados. Embora o indicador apresente distorções, devido aos municípios terem características e vocações próprias e os dados disponíveis não captarem essas diferenças, ele permite gerar estimativas úteis ao planejamento em escala metropolitana. Uma das possíveis distorções diz respeito ao fato de que populações de grandes cidades possuem padrão de consumo de energia, alimentos e recursos geralmente superiores em relação às populações rurais.

Assim, o cálculo estimado de emissão de carbono foi realizado a partir da fórmula: tCO₂/hab./ano x população total do município.

O resultado é um indicador que reflete as emissões principalmente a partir do tamanho da população. Como era de se esperar, os municípios que mais emitem CO₂ na RMC são os mais populosos: Curitiba (8.771.941 t), em primeiro lugar, seguido de São José dos Pinhais (1.259.825,3 t) e Colombo (1.119.775,96 t).

Os municípios localizados ao norte e ao sul do núcleo central apresentam as menores quantidades de emissões, com exceção de Lapa e Rio Negro (figura 50).

Figura 50. Estimativa de missão de carbono (t CO₂/ano) – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Esse indicador tem como objetivo chamar atenção para a necessidade de redução de emissões de GEE especialmente em áreas urbanas, já que cerca de 80% das emissões ocorre nessas regiões (ICLEI/CURITIBA, 2015). No entanto, é provável que municípios menos populosos com uso do solo voltado à agricultura ou indústria, por exemplo, tenham padrão de emissões maior do que o indicador aponta. É necessário, desta forma, que esforços sejam feitos para realizar os inventários de GEE municipais, ou mesmo de toda a RMC, a exemplo do que já tem ocorrido em metrópoles como Campinas, primeiro município brasileiro a fazer um inventário regional.

6.2.3.3. *Vulnerabilidade às mudanças climáticas*

Indica o grau de vulnerabilidade do município às mudanças climáticas, a partir do Índice Municipal de Vulnerabilidade Humana à Mudança do Clima, aplicado e desenvolvido com base em três componentes: Sensibilidade, Exposição e Capacidade Adaptativa e disponibilizado por meio do Sistema de Vulnerabilidade Climática (SisVuClima), que apresenta um sistema de indicadores, em escala municipal, para avaliar a vulnerabilidade da população à mudança do clima em seis estados brasileiros: Amazonas, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Paraná e Pernambuco.

O SisVuClima é um dos produtos do projeto “Construção de Indicadores de Vulnerabilidade da População como Insumo para a Elaboração das Ações de Adaptação à Mudança do Clima no Brasil”, parceria entre Ministério do Meio Ambiente e Fundação Oswaldo Cruz, iniciado em 2014.

Trata-se de um índice a nível municipal que varia de 0 a 1, sendo valores mais próximos de 1 indicativos de maior vulnerabilidade. O índice possui duas versões, uma para um cenário de emissões estável (RCP 4.5) e outra para um cenário de altas emissões (RCP 8.5) e inclui diversas variáveis como cobertura vegetal, incidência de doenças associadas ao clima, pobreza, vulnerabilidade sociodemográfica, estrutura socioeconômica e organização sociopolítica.

O índice tem função comparativa, portanto, pontuação zero não significa que há vulnerabilidade completa, mas que em relação aos demais municípios do estado, determinado município é mais ou menos vulnerável.

Em relação ao Estado do Paraná, os municípios do norte da RMC são os mais vulneráveis às mudanças climáticas, com destaque para o extremo norte, onde estão os municípios de Doutor Ulysses, Cerro Azul, Adrianópolis e Tunas do Paraná (figura 51). Dentre esses municípios mais vulneráveis, Tunas do Paraná se destaca por ser o município que mais estoca CO₂ com sua floresta nativa.

Outros municípios que se destacam em relação à vulnerabilidade são Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Bocaiúva do Sul, Piraquara, Mandirituba e Agudos do sul.

Campo Largo, Campina Grande do Sul, Piên e Rio Negro são os municípios da RMC menos vulneráveis em relação ao Estado do Paraná.

Figura 51. Vulnerabilidade às mudanças climáticas (índice entre 0 e 1) – RMC, 2018.

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados do estudo realizado pelo MMA e Fundação Oswaldo Cruz mostram que, na RMC e na capital a temperatura poderá aumentar mais de 3°C no período de 2041 a 2070 e o número de dias seguidos sem chuva pode aumentar até 30%. Em todos os municípios paranaenses pode haver aumento na quantidade de eventos extremos e de doenças por causa da elevação da temperatura e da consequente proliferação de vetores, além de diminuição da biodiversidade, pelas alterações nos ciclos reprodutivos de plantas e animais e efeitos na agricultura, principalmente em locais mais quentes e com menos chuva (PARANÁ, 2016).

6.3. Indicadores de contexto

6.3.1. Economia

6.3.1.1. PIB per capita (reais)

O Produto Interno Bruto (PIB) corresponde ao total de riqueza (bens e serviços) gerada por um período de tempo em um espaço geográfico. O PIB per capita é valor do PIB global dividido pelo número absoluto de habitantes de um país, região, estado ou município.

Embora Curitiba seja o município com maior PIB do Paraná (R\$83,8 bilhões), o que corresponde a cerca de 22% de toda a riqueza do Estado e seja a quinta maior economia do Brasil em 2015, atrás de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília e Belo Horizonte, o PIB per capita na RMC aponta o município de Araucária como o que possui a maior renda per capita na região (R\$104.568). Em seguida aparece São José dos Pinhais (R\$76.461), Piên (R\$55.905) e Quatro Barras (R\$52.768). Curitiba está em sexto lugar, em 2015 (figura 52).

Esse indicador é bastante limitado no que diz respeito às possibilidades de representar o rendimento real da população, pois não leva em conta a distribuição de renda. Os municípios com maior PIB per capita possuem atividades econômicas que geram grande impacto, elevando a renda por habitante.

Em Araucária está localizada a Refinaria Presidente Getúlio Vargas (Repar) e, em São José dos Pinhais o aeroporto internacional e grandes indústrias.

Figura 52. PIB per capita (reais) – RMC, 2015.

Fonte: Elaboração própria.

6.3.1.2. Índice de Gini da Renda Domiciliar Per Capita

O índice de Gini da renda domiciliar per capita mede o grau de concentração da distribuição de renda domiciliar per capita de uma determinada população e em um determinado espaço geográfico.

Quando o índice tem valor igual a um (1), existe perfeita desigualdade, isto é, a renda domiciliar per capita é totalmente apropriada por um único indivíduo. Quando ele tem valor igual à zero (0), tem-se perfeita igualdade, isto é, a renda é distribuída na mesma proporção para todos os domicílios. Quanto mais próximo da unidade, maior a desigualdade na distribuição de renda.

Os dados mostram que a desigualdade na RMC, em 2010, era menor do que a do Estado do Paraná em todos os municípios, com exceção de Curitiba. O Estado apresenta desigualdade de renda per capita de 0,54, em 2010. Em Curitiba o índice de 2010 era de 0,56. Adrianópolis e Tunas do Paraná são os mais desiguais depois de Curitiba, com índice de 0,54 e 0,53, respectivamente.

Os municípios menos desiguais são Campo Magro e Itaperuçu, com um índice de 0,4 cada. Em relação às tendências temporais, entre 2000 e 2010 houve diminuição da desigualdade em toda a RMC, com exceção de Fazenda Rio Grande, Balsa Nova e Pinhais, onde a desigualdade aumentou discretamente.

O município que teve maior redução na desigualdade foi Piên, Cerro Azul, Quitandinha e Lapa. Destaca-se que em Piên, além da desigualdade ter reduzido em uma década, é um dos municípios com maior PIB per capita.

6.3.1.3. Valor adicionado por segmentos da economia (reais e %)

O Valor Adicionado Bruto compõe o cálculo do Produto Interno Bruto (PIB). Corresponde às saídas de mercadorias mais prestação de serviços de transporte (frete) e de comunicações deduzidas as entradas de mercadorias e insumos utilizados. Está dividido em: agropecuária, indústria, comércio e serviços e administração pública.

Dos 29 municípios da RMC, 19 têm como principal atividade econômica os serviços. Curitiba sozinho concentra 27,1% do valor adicionado dos serviços no Paraná. Do PIB curitibano, 68,8% advém do VA de serviços. Pinhais e Campina Grande do Sul, 65,1% (quadro x).

Na RMC, 26 dos 29 municípios apresentaram aumento no valor adicionado bruto do setor de serviços, variando de 0,26% de diferença entre 2002 e 2015 em Piên a uma diferença de 14,2% em Pinhais.

Cinco municípios tem a indústria como principal atividade econômica: Adrianópolis, Araucária, Balsa Nova, Piên e Rio Branco do Sul. O município de Adrianópolis foi o que mais teve crescimento no setor: a proporção do valor adicionado bruto dos serviços em relação ao valor adicionado bruto total aumentou oito vezes, de 5% para 45,2% entre 2002 e 2015. No entanto, cabe destacar que em 2010 ainda correspondia a 6,2%. Assim, houve um processo intenso de industrialização em Adrianópolis nos últimos cinco anos (quadro 23).

Em outros cinco municípios houve crescimento do setor industrial, em menor proporção: Lapa (de 18,4 em 2002 para 28,1% em 2015 do valor adicionado total), Rio Negro (25,8 para 31,3%), Campo do Tenente (9,2 para 13,7%), Cerro Azul (6,6 para 8,7%) e Doutor Ulysses (3,53 para 5,36%).

Na contramão do que tem ocorrido nesses municípios, 23 dos 29 municípios da RMC tiveram queda no setor industrial, com destaque para Piên, que reduziu a proporção de valor adicionado bruto do setor industrial em relação ao total entre 2002 e 2015 de 66,4 para 48,8%. Pinhais, Contenda, Quatro Barras, Campo Largo, Colombo, Almirante Tamandaré e São José dos Pinhais também tiveram declínio substantivo no setor.

Quadro 23. Proporção do valor adicionado bruto por segmento da economia (%) – RMC, 2015.

Município	% administração	% indústria	% serviços	% agropecuária
Adrianópolis (PR)	18,27	45,27	15,70	20,76
Agudos do Sul (PR)	22,34	6,21	28,44	43,00
Almirante Tamandaré (PR)	30,26	24,78	42,82	2,14
Araucária (PR)	6,21	51,57	41,27	0,94
Balsa Nova (PR)	9,68	52,53	31,09	6,70
Bocaiúva do Sul (PR)	27,52	17,90	36,44	18,14
Campina Grande do Sul (PR)	16,48	16,49	65,18	1,84
Campo do Tenente (PR)	20,08	13,17	30,37	36,37
Campo Largo (PR)	13,88	35,94	47,95	2,23
Campo Magro (PR)	34,27	12,42	41,68	11,63
Cerro Azul (PR)	28,94	8,67	23,83	38,55
Colombo (PR)	20,30	22,34	55,47	1,88
Contenda (PR)	23,69	10,48	49,81	16,02
Curitiba (PR)	11,85	19,37	68,76	0,01
Doutor Ulysses (PR)	37,65	5,36	20,30	36,70
Fazenda Rio Grande (PR)	23,70	28,11	47,11	1,08
Itaperuçu (PR)	23,50	24,05	47,64	4,81
Lapa (PR)	14,35	28,12	38,53	19,01
Mandirituba (PR)	19,19	21,19	41,45	18,17
Piên (PR)	8,10	48,82	18,90	24,18
Pinhais (PR)	11,47	23,42	65,09	0,03
Piraquara (PR)	38,13	15,58	43,72	2,57
Quatro Barras (PR)	11,42	40,15	47,92	0,51
Quitandinha (PR)	22,73	6,07	31,96	39,24
Rio Branco do Sul (PR)	12,07	61,66	22,91	3,35
Rio Negro (PR)	14,31	31,30	39,89	14,50
São José dos Pinhais (PR)	7,76	43,17	47,22	1,86
Tijucas do Sul (PR)	17,43	7,89	59,96	14,72
Tunas do Paraná (PR)	29,42	18,98	32,32	19,28

A agropecuária é o setor mais relevante economicamente nos municípios de Agudos do Sul, Campo do Tenente, Cerro Azul e Quitandinha (quadro 22). O município de Doutor Ulysses é o único valor adicionado bruto é maior para o setor da administração pública, embora a agropecuária nesse município tenha praticamente a mesma relevância econômica.

Houve diminuição da atividade agropecuária em 18 municípios da RMC, com proporções variáveis. Nota-se que os municípios onde a agropecuária mais perdeu força econômica foram justamente alguns dos que mais apresentaram aumento no processo de industrialização: Adrianópolis (de 39,1 do valor adicionado bruto da agropecuária em relação ao total em 2002 para 20,8% em

2015), Lapa (de 36,7 para 19%), Doutor Ulysses (de 53,8 para 36,7%), Campo do Tenente (de 49,8 para 36,4%) e Bocaiúva do Sul (de 29,2 para 18,1%).

Apesar da expressiva diminuição da atividade agropecuária na RMC, alguns municípios apresentaram crescimento econômico no setor, principalmente Piên, cuja proporção do VA do setor em relação ao VA total aumentou de 8,4 em 2002 para 24,2% em 2015. Em Mandirituba, Contenda, Tunas do Paraná, Agudos do Sul e Balsa Nova também houve aumento, embora menos expressivo.

6.3.1.4. População em extrema pobreza (%)

O indicador População em extrema pobreza indica a proporção dos indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 70,00 mensais, em reais de agosto de 2010. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.

Doutor Ulysses é o município com maior proporção de população em extrema pobreza: são 18,8% em relação à população total do município. Cerro Azul vem em segundo lugar, com 11,3%. Adrianópolis (8,2%) e Quitandinha (7%) também se destacam (figura 53).

Adrianópolis é um dos municípios que se destaca por, além de ser desigual em termos de distribuição de renda, abrigar 8,2% da população em extrema pobreza.

A proporção de população extremamente pobre, na RMC, é menor nos principais municípios do núcleo central: Curitiba (0,5%), Pinhais (0,6%), São José dos Pinhais (0,7%), Colombo (0,8%) e Araucária (0,8%).

Figura 53. População em extrema pobreza (%) - RMC, 2015.

Fonte: Elaboração própria.

Os municípios com maior proporção de população em extrema pobreza são, por outro lado, justamente os que apresentaram maior tendência de diminuição dessa proporção, o que é um sinal de redução progressiva da pobreza: Adrianópolis e Cerro Azul, principalmente (quadro 24).

Quadro 24. Proporção de população em extrema pobreza em relação à população total (%) – 2000 e 2010 e redução entre os anos.

Município	2000	2010	Redução entre 2000 e 2010
Adrianópolis	29,05	8,22	20,83
Cerro Azul	31,47	11,26	20,21
Doutor Ulysses	38,47	18,88	19,59
Quitandinha	20,44	6,88	13,56
Agudos do Sul	15	3,85	11,15
Itaperuçu	13,72	2,99	10,73
Lapa	12,4	3,68	8,72

Em comparação com o Estado, que apresentou, em 2010, proporção de 1,96% de extrema pobreza, a RMC tem 18 municípios com pobreza mais extrema que o Paraná como um todo. Apenas 11 municípios possuem menos pobreza extrema que o Estado.

6.3.2. Demografia

6.3.2.1. População total (por município)

Dos 29 municípios da RMC, apenas 4 tinham mais que 100 mil habitantes em 2000. Em 2010, além de Curitiba, São José dos Pinhais, Colombo e Pinhais, outros três passaram a ter população de mais de 100 mil habitantes: Araucária, Campo Largo e Almirante Tamandaré. Em 2017, Piraquara também ultrapassou os 100 mil habitantes (quadro 25).

Quadro 25. População total em municípios da RMC com mais de 100 mil habitantes – 2000, 2010 e 2017.

Município	2000	Município	2010	Município	2017
Curitiba	1.587.315	Curitiba	1.751.907	Curitiba	1.908.359
São José dos Pinhais	204.316	São José dos Pinhais	264.210	São José dos Pinhais	307.530
Colombo	183.329	Colombo	212.967	Colombo	237.402
Pinhais	102.985	Araucária	119.123	Araucária	137.452
		Pinhais	117.008	Pinhais	129.445
		Campo Largo	112.377	Campo Largo	127.309
		Almirante Tamandaré	103.204	Almirante Tamandaré	115.364
				Piraquara	107.751

Todos os municípios tiveram aumento populacional entre 2000 e 2017, com exceção de Doutor Ulysses e Adrianópolis. Tunas do Paraná teve o maior aumento, de 120,74%. Ao todo, 23 municípios da RMC tiveram aumento populacional superior ao Estado do Paraná (quadro 26).

Quadro 26. População total em 2000 e 2017 na RMC e porcentagem de aumento/diminuição entre os anos.

Município	2000	2017	Diferença entre 2000 e 2017
Tunas do Paraná	3.611	7.971	120,74
Fazenda Rio Grande	62.877	95.225	51,45
São José dos Pinhais	204.316	307.530	50,52
Piraquara	72.886	107.751	47,83
Mandirituba	17.540	25.662	46,31
Araucária	94.258	137.452	45,83
Itaperuçu	19.344	27.500	42,16
Quatro Barras	16.161	22.651	40,16
Campo Magro	20.409	28.244	38,39
Bocaiúva do Sul	9.050	12.477	37,87
Campo Largo	92.782	127.309	37,21
Contenda	13.241	17.961	35,65
Tijucas do Sul	12.260	16.348	33,34
Almirante Tamandaré	88.277	115.364	30,68
Colombo	183.329	237.402	29,50
Piên	9.798	12.455	27,12
Agudos do Sul	7.221	9.161	26,87
Pinhais	102.985	129.445	25,69
Balsa Nova	10.153	12.602	24,12
Campo do Tenente	6.335	7.829	23,58
Campina Grande do Sul	34.566	42.547	23,09
Quitandinha	15.272	18.733	22,66
Curitiba	1.587.315	1.908.359	20,23
Rio Negro	28.710	33.857	17,93
Lapa	41.838	48.067	14,89
Rio Branco do Sul	29.341	32.504	10,78
Cerro Azul	16.352	17.885	9,38
Doutor Ulysses	6.003	5.781	-3,70
Adrianópolis	7.007	6.254	-10,75

O município de Curitiba concentra 53,4% de toda a população da RMC e 16,8% da população do Estado do Paraná.

6.3.2.2. Densidade demográfica (hab./km²)

É o indicador que mostra a relação entre área territorial e população, sendo determinada pela razão entre a população e a área de uma determinada região. É um índice utilizado para verificar a intensidade de ocupação de um território.

Na RMC a maior densidade demográfica está localizada em apenas alguns municípios, do núcleo central (figura 54). Curitiba sozinha possui uma densidade demográfica muito superior aos demais, de 4382 hab./km². Pinhais e Colombo também apresentam alta densidade demográfica, de 2117,1 hab./km² e 1200,2 hab./km².

Os demais municípios com maior densidade demográfica na RMC são Almirante Tamandaré, Piraquara, Fazenda Rio Grande, Araucária e São José dos Pinhais.

Figura 54. Densidade demográfica (hab./km²) - RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

O Estado do Paraná possui densidade demográfica de 56,7 hab./km², semelhante à média mundial, de 58 hab./km². Há 14 municípios da RMC com densidades inferiores à do Estado. Os outros 15 municípios possuem densidades superiores à do Estado.

Em todos os municípios, exceto Adrianópolis, a densidade demográfica aumentou entre 2010 e 2017, principalmente em Curitiba, Pinhais, Colombo e Fazenda Rio Grande.

Se por um lado o aumento da densidade populacional gera uma “maximização da infraestrutura e do solo urbano”, os assentamentos humanos de alta densidade podem aumentar a demanda e a pressão sobre o solo urbano, saturando a infraestrutura disponível e maior impacto sobre o ambiente, inadequado ao desenvolvimento urbano (ACIOLY, 1998, p. 16).

6.3.2.3. Grau de urbanização (%)

O Grau de Urbanização é porcentagem da população da área urbana em relação à população total.

Na RMC o grau de urbanização é alto justamente onde há maior densidade demográfica. Os municípios de Curitiba e Pinhais são 100% urbanizados. Almirante Tamandaré, Colombo, Fazenda Rio Grande, Araucária, Quatro Barras e São José dos Pinhais apresentam mais de 90% de população urbana. O extremo norte e o extremo sudeste da RMC são os municípios com menor proporção de população urbana, principalmente Doutor Ulysses (16,2%) e Tijucas do Sul (15,7%) (figura 55).

Figura 55. Grau de urbanização na RMC – 2010.

Fonte: Elaboração própria.

Grande parte dos municípios apresentou aumento na urbanização entre 2000 e 2010, mas o município que passou por um processo de urbanização mais intenso entre 2000 e 2010 foi Campo Magro, de 12,2% em 2000 para 78,7% em 2010. Balsa Nova também se destaca, variando de 31,4% a 61% entre 2000 e 2010.

6.3.3. Influências socioculturais

6.3.3.1. *Índice de Desenvolvimento Humano Municipal*

O IDHM é um índice composto que agrega três variáveis importantes para o desenvolvimento humano: expectativa de vida (IDHM Saúde); educação (IDHM Educação) e renda (IDHM Renda). O índice varia de 0 a 1 e apresenta as seguintes faixas de desenvolvimento humano municipal:

* 0,000 a 0,499	muito baixo;
* 0,500 a 0,599	baixo;
* 0,600 a 0,699	médio;
* 0,700 a 0,799	alto; e
* 0,800 e mais	muito alto.

Na RMC o IDH é muito alto e alto nos principais municípios que compõem a mancha urbana. O IDH muito alto se concentra principalmente no município de Curitiba e nos municípios do entorno o IDH predominante é alto, em Colombo, Pinhais, Campo Magro, Araucária e Quatro Barras. Parte de Campo Largo, São José dos Pinhais, Piraquara, Almirante Tamandaré e Fazenda Rio Grande também apresentam essa realidade.

No restante da RMC, maior parte do território, o IDH é médio. Apenas três municípios, localizados no extremo noroeste da região apresentam IDH baixo: Doutor Ulysses, Cerro Azul e Rio Branco do Sul (figura 56).

Figura 56. IDH-M - RMC, 2010.

Fonte: IPEA/FJP/PNUD, 2014.

Apesar as intensas disparidades em os municípios que concentram maior população urbana e os demais municípios da região, a situação melhorou expressivamente entre 2000 e 2010.

Em 2000, o IDH era muito baixo em toda a porção noroeste da RMC. Se a situação em 2010 nos municípios de Doutor Ulysses, Cerro Azul e Bocaiúva do Sul é ruim, com IDH baixo, em 2000 era pior. Araucária e São José dos Pinhais também tinham porções de IDH muito baixo que passaram a médio (figura 57).

Figura 57. IDH-M - RMC, 2000.

Fonte: IPEA/FJP/PNUD, 2014.

Na RMC como um todo, o IDHM era igual a 0,698 em 2000, estando na faixa de médio desenvolvimento humano. Em 2010 o IDHM aumentou para 0,783, passando para alto desenvolvimento humano. O IDHM Educação, em 2000, era 0,565, passando, em 2010, para 0,701. O IDHM Longevidade era de 0,793 e, em 2010, correspondeu a 0,853. Já o IDHM Renda era de 0,759, tendo passado para 0,803. Entre 2000 e 2010, o maior aumento foi o da dimensão Educação (IPEA/FJP/PNUD, 2014).

6.3.3.2. *População com 18 anos de idade ou mais com Ensino Fundamental Completo (%)*

Na RMC todos os municípios apresentaram aumento expressivo na população de 18 anos ou mais com Ensino Fundamental Completo, mas o cenário ainda é preocupante. De toda a RMC, 20 municípios têm no máximo metade da população com ensino fundamental completo. Dentre os que apresentam melhor

escolaridade, Curitiba está bem à frente, com 74% da população com ensino fundamental completo, seguido de São José dos Pinhais (61,7%), Pinhais (60,3%) e Quatro Barras (59,5%).

Araucária e São José dos Pinhais apresentaram a melhor tendência entre 2000 e 2010, mas todos os municípios, exceto Cerro Azul, apresentaram diferente positiva entre 2000 e 2010 de, pelo menos, 10% na proporção de pessoas com ensino fundamental completo.

6.3.4. Aspectos institucionais/governança

6.3.4.1. Existência de Secretaria de Meio Ambiente

Indica se o município possui Secretaria de Meio Ambiente e, caso positivo, se a secretaria é compartilhada com outra pasta (como Turismo ou Agricultura, por exemplo). Foram comparados dados do IBGE de 2002 com dados coletados individualmente em 2018.

Em 2002 Adrianópolis, Contenda, Doutor Ulysses, Pinhais, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná eram os municípios que não possuíam secretaria de meio ambiente (7, ao todo). Em 2018, apenas Campina Grande do Sul e Tunas do Paraná não possuem secretaria de meio ambiente. Em Tunas, há apenas um departamento de meio ambiente e em Campina Grande do Sul o órgão ambiental faz parte da Secretaria de Infraestrutura e Logística.

Dos que possuem secretaria em 2018, em 11 a secretaria não é compartilhada com nenhuma outra pasta, entre os quais Curitiba, Colombo, Pinhais e Piraquara. Dos 18 que compartilham a pasta de meio ambiente, 14 o fazem com a pasta da agricultura ou agropecuária. Essa união, por vezes comum, pode gerar conflitos de interesses entre as pastas, já que muitas vezes a prioridade dada à agricultura gera impactos ambientais como desflorestamento. Em Campo Largo e Campo Magro o meio ambiente compartilha pasta com o desenvolvimento urbano.

6.3.4.2. Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente

Em 2002, 10 municípios não possuíam Conselho Municipal de Meio Ambiente instituído. Já em 2018, quase todos os municípios possuem conselho instituído. Apenas três municípios não possuem conselho: Doutor Ulysses, Quitandinha e Rio Branco do Sul.

Os municípios que não tinham conselho em 2002, mas instituíram em 2018 são: Adrianópolis, Agudos do Sul, Campina Grande do Sul, Piên, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná.

Não é possível mensurar em que medida os conselhos estão ativos nos municípios. Em alguns, registros no endereço eletrônico das prefeituras, como atas de reunião ou notícias, indicam que o conselho funciona de fato. Em outros, a falta de informações leva a crer que o conselho pode estar inativo, como em Mandirituba.

6.3.4.3. Área do município abrangida pelo Plano ABC (incentivo à agricultura sustentável)

O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC foi elaborado de acordo com o artigo 3º do Decreto nº 7.390/2010 e tem por finalidade a organização e o planejamento das ações a serem realizadas para a adoção das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de responder aos compromissos de redução de emissão de GEE no setor agropecuário assumidos pelo país.

O Plano ABC é composto por seis programas voltados às tecnologias de mitigação e um programa com ações de adaptação às mudanças climáticas:

- Programa 1: Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD)
- Programa 2: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs);
- Programa 3: Sistema Plantio Direto (SPD);
- Programa 4: Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN);
- Programa 5: Florestas Plantadas (FP);
- Programa 6: Tratamento de Dejetos Animais (TODA);
- Programa 7: Adaptação às Mudanças Climáticas.

O indicador inclui dados sobre o número de financiamentos concedidos por município aos produtores rurais via agências bancárias/crédito vinculadas ao sistema bancário nacional, área abrangida (em hectares) e tecnologia empregada.

A área abrangida pelos programas do Plano ABC é ainda pequena, se comparada à estimativa de área voltada à agropecuária nos municípios da RMC (quadro 27). No entanto, mesmo ações pontuais podem auxiliar a diminuir o impacto da agricultura sobre o ambiente.

Dois municípios se destacam pela abrangência do Plano ABC em termos de área: Curitiba e Tunas do Paraná. No caso de Curitiba, embora a atividade agrícola seja pouco expressiva devido ao perfil de intensa urbanização, uma área de 1743 hectares é alvo de ações para redução na emissão de carbono na agricultura, o que corresponde à mais de 25% da área agrícola do município. Em praticamente toda a área o programa implantado é o de Florestas Plantadas. Em pequena proporção (2 hectares) foi implantado o Sistema de Plantio Direto.

O SPD é um conjunto de processos tecnológicos de agricultura conservacionista, que se baseia em práticas como a redução do revolvimento do solo, cobertura do solo com palhada (resíduos vegetais) ou plantas vivas e diversificação de culturas (MMA, 2017c).

O programa Florestas Plantadas visa diversificar os plantios florestais, que usualmente são compostos por plantios homogêneos de espécies dos gêneros *Eucalyptus ssp* e *Pinus ssp*, com a utilização de espécies como a acácia (*Acacia mearnsii* e *Acaci mangium*), a seringueira (*Hevea brasiliensis*), o paricá (*Schizolobium amazonicum*), a teca (*Tectona grandis*), a araucária (*Araucaria angustifolia*) e o populus (*Populus spp.*) etc. (MMA, 2016).

Em Tunas do Paraná a área agrícola é pequena, mas o programa Florestas Plantadas abrange cerca de 25% de toda essa área, em 2 dois contratos de financiamento.

Quadro 27. Área dos municípios da RMC abrangida pelo Plano ABC, número de financiamentos, tecnologia empregada e área agrícola (ha) em 2017.

Município	Número de financiamentos	Área do município abrangida	Tecnologia empregada	Área agrícola (ha) 2017
Adrianópolis (PR)	3	281,8	FP	15914
Agudos do Sul (PR)	-	-	-	6781
Almirante Tamandaré (PR)	-	-	-	5746
Araucária (PR)	-	-	-	26355
Balsa Nova (PR)	2	286,33	RPD	23431
Bocaiúva do Sul (PR)	3	193	FP	8599
Campina Grande do Sul (PR)	-	-	-	6248
Campo do Tenente (PR)	-	-	-	14210
Campo Largo (PR)	1	43,31	FP	33681
Campo Magro (PR)	-	-	-	8492
Cerro Azul (PR)	4	154,67	ILPF/FP	35157
Colombo (PR)	-	-	-	5798
Contenda (PR)	-	-	-	19941
Curitiba (PR)	3	1743,89	FP/SPD	6593
Doutor Ulysses (PR)	4	360	FP	17039
Fazenda Rio Grande (PR)	-	-	-	5313
Itaperuçu (PR)	-	-	-	7727
Lapa (PR)	2	985,77	FP/SPD	111606

Mandirituba (PR)	-	-	-	11882
Piên (PR)	-	-	-	11072
Pinhais (PR)	-	-	-	2104
Piraquara (PR)	-	-	-	7139
Quatro Barras (PR)	-	-	-	2257
Quitandinha (PR)	-	-	-	22025
Rio Branco do Sul (PR)	1	389,34	FP	22449
Rio Negro (PR)	-	-	-	16809
São José dos Pinhais (PR)	-	-	-	28942
Tijucas do Sul (PR)	4	141,59	FP/RPD	18301
Tunas do Paraná (PR)	2	660,00	FP	2631

O município de Lapa é o segundo da RMC a ter maior área abrangida pelo Plano ABC. Não obstante, sendo o município com maior área voltada à agropecuária (111606 ha), os 985,7 ha abrangidos correspondem a uma proporção bem pequena do total.

Dos 29 municípios da RMC, 11 recebem algum apoio do Plano ABC. Além dos mencionados, também estão no programa Adrianópolis, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Doutor Ulysses, Rio Branco do Sul, Tijucas do Sul e Campo Largo.

O programa mais implantado na RMC é o de Florestas Plantadas. Os demais programas são mais pontuais (SPD/RPD/ILPF). Balsa Nova e Tijucas do Sul estão implantando o programa de Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD), que visa recuperar e aumentar a produtividade de pastagens (por meio de substituições de novas espécies forrageiras ou seu restabelecimento, por exemplo), contribuindo com a redução de emissões de GEE e promovendo um aumento significativo na produção de biomassa e, consequentemente, na capacidade de suporte dessas pastagens (MMA, 2017b).

O programa de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta está sendo aplicado em Cerro Azul. O ILPF é uma estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área, de forma consorciada, para atingir maior produtividade, qualidade ambiental e competitividade (MMA, 2017a).

Além da transferência de crédito, o Plano ABC no Paraná tem como principais ações a transferência de tecnologia e capacitação a técnicos e produtores (Lei Estadual n. 17.441/2012, que estabelece diretrizes para o desenvolvimento de agricultura com baixa emissão de carbono no Estado do Paraná). Já foram realizadas diversas reuniões técnicas, cursos e seminários (na RMC já ocorreram eventos em Curitiba e Quatro Barras).

6.3.4.4. ICMS Ecológico

O ICMS Ecológico é um instrumento de política pública, criado pioneiramente no Paraná, que trata do repasse de recursos financeiros aos municípios que abrigam em seus territórios Unidades de Conservação ou áreas protegidas, ou ainda mananciais para abastecimento de municípios vizinhos.

Do total do ICMS arrecadado pelo Estado, 5% é destinado para os municípios:

- a) 50% destes 5% são destinados para municípios que tenham em seu território Manancial de Abastecimento de Água, cuja água se destina ao abastecimento da população do município vizinho;
- b) os outros 50% destes 5%, para municípios que tenham integrado em seu território Unidades de Conservação, Áreas de Terras Indígenas, Reservas Particulares do Patrimônio Natural, Faxinais e Reservas Florestais Legais.

O ICMS Ecológico se configura como um tipo de pagamento por serviço ambiental, embora não seja denominado desta forma, pois por meio dele os municípios recebem repasse de recursos financeiros por abrigarem em seu território unidades de conservação ou mananciais de abastecimento público (Lei Complementar n. 59/1991).

Em 2017, do montante total do ICMS Ecológico repassado aos municípios da RMC, R\$ 79.509.576,62, 83% correspondem ao ICMS de Mananciais e 17% de Biodiversidade. Relatório da SPVS (2018) com dados de 2015 mostrou proporção semelhante, de 81% oriundo de ICMS de Mananciais e 19%, Biodiversidade.

Os municípios que mais receberam recursos do ICMS Ecológico em 2017 foram Piraquara (R\$23.607.257,81), Campo Magro (R\$10.766.454,76) e São José dos Pinhais (R\$9.160.783,00) (quadro 28).

Quadro 28. Repasses do ICMS Ecológico (reais e %) para os municípios da RMC e total repassado aos municípios pelo Estado do Paraná, 2017.

Município	Recurso do ICMS repassado aos Municípios		ICMS Ecológico - Unidades de Conservação		ICMS Ecológico - Mananciais de abastecimento	
	Reais	%	Reais	%	reais	%
Estado do Paraná	289.650.678,8	-	144825339,3	-	144825339,4	-
Adrianópolis	2.871.585,70	0,99	2871585,7	0,99	-	-
Agudos do Sul	-	-	-	-	-	-
Almirante Tamandaré	3.032.919,09	1,05	-	-	3032919,09	1,05
Araucária	1.569.912,63	0,54	212526,54	0,07	1357386,09	0,47

Balsa Nova	1.257.359,99	0,43	1257359,99	0,43	-	-
Bocaiúva do Sul	521.021,39	0,18	70388,95	0,02	450632,44	0,16
Campina Grande do Sul	3.918.534,28	1,35	1734992	0,6	2183542,28	0,75
Campo do Tenente	-	-	-	-	-	-
Campo Largo	5.361.407,79	1,85	701724,04	0,24	4659683,75	1,61
Campo Magro	10.766.454,76	3,72	-	-	10766454,76	3,72
Cerro Azul	33.262,46	0,01	33262,46	0,01	-	-
Colombo	1.269.666,27	0,44	-	-	1269666,27	0,44
Contenda	25.958,88	0,01	25958,88	0,01	-	-
Curitiba	2.729.550,59	0,94	2729550,59	0,94	-	-
Doutor Ulysses	-	-	-	-	-	-
Fazenda Rio Grande	193.331,61	0,07	32883,24	0,01	160448,38	0,06
Itaperuçu	-	-	-	-	-	-
Lapa	219.578,34	0,08	219578,34	0,08	-	-
Mandirituba	603.703,00	0,21	-	-	603703	0,21
Piên	-	-	-	-	-	-
Pinhais	3.707.810,98	1,28	-	-	3707810,98	1,28
Piraquara	23.607.257,81	8,15	736015,61	0,25	22871242,2	7,9
Quatro Barras	5.445.514,34	1,88	293196,92	0,1	5152317,42	1,78
Quitandinha	47.500,53	0,02	47500,53	0,02	-	-
Rio Branco do Sul	50.649,00	0,02	-	-	50649	0,02
Rio Negro	439.499,55	0,15	439499,55	0,15	-	-
São José dos Pinhais	9.160.783,00	3,16	476489,55	0,16	8684293,46	3
Tijucas do Sul	1.558.315,46	0,54	531864,93	0,18	1026450,53	0,35
Tunas do Paraná	1.117.999,17	0,39	1117999,17	0,39	-	-

O relatório (SPVS, 2018, p.15) aponta que os gestores públicos têm progressivamente percebido a possibilidade de adotar uma economia baseada na conservação da natureza, mas que há municípios que “ainda não se atentaram para o ativo presente em seus territórios e, apesar de abrigarem Unidades de Conservação e/ou mananciais, ainda não recebem esse tributo, como por exemplo, Itaperuçu e Rio Branco do Sul”.

Rio Branco do Sul, de fato, não recebia recursos de ICMS Ecológico até 2015, mas em 2017 passou a receber um montante referente à mananciais. Embora o município ainda não receba recursos do ICMS Unidades de Conservação, ele abriga o Monumento Natural Gruta da Lancinha.

Itaperuçu não possui unidades de conservação, mas 100% de seu território está em áreas de mananciais. No entanto, o município não recebeu nenhum repasse de ICMS Mananciais. O mesmo ocorre em Agudos do Sul, que possui 99,3% de seu território em área de mananciais, Piên, com 82,3%, e Doutor Ulysses, com 36,4%, mas nenhum recebe repasses.

Em relação à aplicação efetiva dos repasses recebidos pelas prefeituras em ações de conservação da biodiversidade e dos mananciais, a SPVS (2018, p. 15) afirma que “pouco do valor recebido pelas prefeituras é investido nas áreas naturais que representam a fonte dos recursos”.

Apesar dessa situação, que demanda estudos mais aprofundados sobre em que medida os repasses são alocados em despesas de conservação da biodiversidade e preservação dos mananciais de interesse da RMC, estudo de Loureiro (2002) concluiu que o ICMS Ecológico contribuiu para a melhoria da conservação da biodiversidade no Estado do Paraná, com o aumento na criação de UCs, melhoria na gestão de UCs da categoria parque, melhora no aporte institucional do IAP para a gestão da biodiversidade com a criação da Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP), que teve com uma de suas demandas de criação a estrutura para execução da política do ICMS Ecológico.

6.3.4.5. Pagamento por serviços ambientais

O indicador de pagamento por serviços ambientais (PSA) mostrou que 10 municípios da RMC possuem algum mecanismo que utiliza o PSA, seja em arcabouço legal e/ou programas e/ou projetos de iniciativa privada ou pública (quadro 29). Alguns municípios possuem legislação sobre o tema, mas não procederam com sua regulamentação. Em relação aos municípios alvo de programas ou projetos de PSA, cabe destacar que são iniciativas importantes, no entanto, pontuais. Ao todo, 19 municípios ainda não instituíram o PSA como instrumento de conservação ambiental e não foram alvo de projetos de PSA.

Quadro 29. Indicador Pagamento por Serviços Ambientais – RMC.

Município	Pagamento por serviços ambientais (sim/não)	Leis/projetos/programas
Adrianópolis (PR)	não	
Agudos do Sul (PR)	não	
Almirante Tamandaré (PR)	não	
Araucária (PR)	não	Lei Municipal n. 2519/2012 - Programa Águas de Araucária - mas não fala diretamente em PSA
Balsa Nova (PR)	não	
Bocaiúva do Sul (PR)	sim	Programa Desmatamento Evitado (SPVS) / Recursos de PSA para RPPN Antenor Rival Crema (Resolução SEMA n. 80/2015)
Campina Grande do Sul (PR)	não	
Campo do Tenente (PR)	não	
Campo Largo (PR)	não	
Campo Magro (PR)	sim	Lei Municipal n. 743/2012 institui a Política Municipal dos Serviços Ambientais e o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais
Cerro Azul (PR)	sim	Programa Desmatamento Evitado (SPVS)
Colombo (PR)	não	
Contenda (PR)	não	
Curitiba (PR)	sim	Recursos de PSA para as RPPNM Bosque da Coruja, Airumã, Umbará, Geronasso, Caxinguelê e Refúgio do Jacu (Resolução SEMA n. 80/2015)
Doutor Ulysses (PR)	não	
Fazenda Rio Grande (PR)	sim	Projeto Estrada com Araucárias

Itaperuçu (PR)	não	
Lapa (PR)	sim	Programa Desmatamento Evitado (SPVS) / Projeto Estrada com Araucárias Recursos de PSA para RPPN Uru (Resolução SEMA n. 80/2015)
Mandirituba (PR)	sim	Programa Desmatamento Evitado (SPVS)
Piên (PR)	não	
Pinhais (PR)	não	
Piraquara (PR)	sim	Projeto Manancial Vivo (Lei Municipal 1.540/2015)/Programa Desmatamento Evitado (SPVS) / Projeto piloto de PSA-Água na Bacia do Rio Piraquara (Decreto Estadual n. 1591/2015) / Lei Municipal n. 1405/2014, que institui o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Decreto 4808/2016 que a regulamenta
Quatro Barras (PR)	não	
Quitandinha (PR)	não	
Rio Branco do Sul (PR)	não	
Rio Negro (PR)	não	
São José dos Pinhais (PR)	sim	Programa Desmatamento Evitado (SPVS) / Projeto piloto de PSA-Água na Bacia do Rio Miringuava (Decreto Estadual n. 1591/2015) / Município possui a Lei Municipal n. 2964/2017 que institui o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais
Tijucas do Sul (PR)	sim	Programa Desmatamento Evitado (SPVS)
Tunas do Paraná (PR)	não	

O Estado do Paraná instituiu o Programa Bioclima Paraná (Decreto Estadual n. 4381/2012) com o objetivo de estimular a conservação e recuperação da biodiversidade, a adaptação às mudanças climáticas e gerar incentivos para a conservação e recuperação ambiental. Um dos desdobramentos no âmbito

desse projeto é a Lei Estadual n. 17134/2012, que Institui o Pagamento por Serviços Ambientais, em especial os prestados pela Conservação da Biodiversidade. O Decreto Estadual n. 10222/2018 reformulou a definição de pagamento por serviços ambientais que constava na lei de PSA do Paraná para: “a transação por meio da qual um serviço ambiental bem definido, prestado por, pelo menos, um provedor, recebe uma retribuição monetária ou não de, pelo menos, um beneficiário ou usuário do serviço ambiental, denominado pagador, respeitadas as condições pactuadas e as normas deste decreto e dos regulamentos específicos”.

A Lei de PSA do Paraná foi regulamentada pelo Decreto Estadual n. 1591/2015. Nele são estabelecidas como modalidades de PSA a Conservação da Biodiversidade, Unidades de Conservação, restauração ou recuperação de florestas e outras formas de vegetação nativa, PSA para a captura, fixação e estoque de carbono e PSA para Conservação dos Recursos Hídricos.

Como desdobramentos do Decreto Estadual n. 1591/2015, foi publicada a Resolução SEMA n. 80/2015, que dá diretrizes para o PSA destinado às Reservas Particulares do Patrimônio Natural (PSA/RPPN) no Estado do Paraná e publicado o edital de chamada pública n. 01/2018 para seleção de RPPNs do Estado para pagamento por serviços ambientais. O resultado desse edital foi um dos elementos utilizados para construir o indicador de Pagamento por Serviços Ambientais. Dentre os municípios da RMC, foram contemplados Bocaiúva do Sul, com a RPPN Antenor Rival Crema, Curitiba, com as RPPN Bosque da Coruja, Airumã, Umbará, Geronasso, Caxinguelê e Refúgio do Jacu e Lapa, com a RPPN Uru.

Além do PSA voltado às RPPNs do Estado, a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) do Paraná vem desenvolvendo projetos piloto de PSA para conservação dos recursos hídricos na Bacia do Rio Piraquara, no município de Piraquara, na Bacia do Rio Miringuava, em São José dos Pinhais e Bacia do Rio São Cristóvão, em Castro (este não faz parte da RMC).

Além de serem alvo desses projetos piloto da SEMA, Piraquara e São José dos Pinhais se destacam em relação ao pagamento por serviços ambientais. Piraquara é o município da RMC mais avançado em termos legais com a Lei

Municipal n. 1405/2014, que institui o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Decreto 4808/2016 que o regulamenta. Além disso, a prefeitura lançou o Projeto Manancial Vivo, desenvolvido em 2015 (foi instituído um Fundo Municipal de Serviços Ambientais, pela Lei Municipal 1.540/2015) em parceria com a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) e a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGBPN). O objetivo é estimular os proprietários a conservar a natureza, aliada às atividades de turismo e agropecuária. Já foi realizado um diagnóstico de propriedades aptas a aderirem ao programa e assinado um acordo de cooperação técnica entre a prefeitura e a SEMA, Sanepar e Instituto Águas Paraná, em 2018.

São José dos Pinhais também possui legislação sobre PSA, na forma da Lei Municipal n. 2964/2017 que institui o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais. No entanto, ainda é necessária a regulamentação dessa lei. O município de Campo Magro aparece na mesma situação: a Lei Municipal n. 743/2012 institui a Política Municipal dos Serviços Ambientais e o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais, mas ainda se aguarda a regulamentação.

O município de Curitiba, embora não possua arcabouço legal que diretamente aborde PSA, tem se destacado por utilizar a concepção dos mecanismos econômicos para garantir o incentivo à proteção da natureza. No município existe, desde 2000, o chamado IPTU Verde, que garante redução ou isenção do IPTU, proporcional à taxa de cobertura florestal do terreno, a proprietários ou possuidores de terrenos integrantes do Setor Especial de Áreas Verdes em Curitiba (Lei Complementar n.º 9.806/2000, que institui o Código Florestal do Município de Curitiba). Embora não seja diretamente chamado dessa forma, o IPTU Verde é um mecanismo de PSA. Outro incentivo à conservação da biodiversidade na cidade é a Lei Municipal n. 14587/2015 (revoga a Lei n. 12080/2006) que incentiva a criação de RPPNs municipais e garante a possibilidade de transferência do potencial construtivo destas áreas para outros imóveis.

Outras iniciativas de PSA que contemplam municípios da RMC são o Programa Desmatamento Evitado, da SPVS e o Projeto Estrada com Araucárias,

coordenado pela Embrapa Florestas e SEMA, no caso do Estado do Paraná, com apoio de outras instituições (EMATER, IAP, SEAB, UNICENTRO e UFPR).

O Programa Desmatamento Evitado, desenvolvido desde 2003, engloba os municípios de Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Lapa, Mandirituba, Piraquara, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul. O objetivo é incentivar que empresas privadas apoiem financeiramente áreas naturais com ecossistemas ameaçados, garantindo-se a conservação de remanescentes em propriedades particulares. A SPVS identifica e cadastra proprietários interessados e faz a aproximação entre eles e as empresas interessadas. Além da remuneração dos proprietários, o programa oferece suporte técnico e acompanhamento para garantir a conservação da biodiversidade. No total, cerca de 26 famílias já foram apoiadas pelo programa, em um total de 4900 hectares de Floresta Ombrófila Mista (floresta de araucária) (SPVS, 2013).

O projeto Estrada com Araucária, por sua vez, contempla, na RMC, os municípios de Fazenda Rio Grande e Lapa. Em esquema semelhante ao Programa Desmatamento Evitado, o projeto incentiva o plantio de *Araucaria angustifolia* em divisas de propriedades rurais familiares com faixas de domínio de estradas por meio do apoio financeiro de empresas privadas aos proprietários rurais. A medida de PSA visa, além do plantio de araucárias e promoção de serviços ambientais, a compensação por emissão de gases de efeito estufa. Os produtores recebem R\$5,00 por cada uma das 200 mudas plantadas por propriedade, totalizando uma renda de R\$1000,00 por ano até as árvores se tornarem adultas e começarem a produzir pinhão (OLIVEIRA et al, 2015).

6.3.4.6. *Existência de Plano Municipal da Mata Atlântica*

O Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica, instituído no artigo 38 da chamada Lei da Mata Atlântica (Lei Federal n. 11.428 de dezembro de 2006), é um instrumento legal voltado à proteção, conservação, recuperação e uso sustentável da Mata Atlântica. A elaboração e implementação do PMMA é de competência de cada município do Bioma, com aprovação do Conselho Municipal de Meio Ambiente.

O PMMA deve conter o diagnóstico da vegetação nativa, identificação dos vetores do desmatamento, definição de áreas prioritárias para conservação e

recuperação da mata atlântica e indicação de ações para prevenção ao desmatamento e uso sustentável da mata no município (art. 43 Decreto n. 6660/2008 que regulamenta a Lei n. 11.428/2006).

A SOS Mata Atlântica acompanha os planos dividindo nas categorias: “Em implementação”, “Elaborado”, “Em elaboração” e “Mobilizado”.

Em 2018, apenas Fazenda Rio Grande possui plano elaborado e em fase de implementação. Campo Magro e Curitiba possuem PMMA elaborado, apenas. São José dos Pinhais está mobilizado para iniciar a elaboração do plano e o município de Lapa está com seu plano em processo de elaboração.

6.3.4.7. Existência de planos de manejo nas Unidades de Conservação

Os planos de manejo são instrumentos previstos no SNUC. Cada Unidade de Conservação deve dispor desse documento, no qual se estabelece seu zoneamento e as normas para o manejo dos recursos naturais. Ele deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, e incluir medidas para promover sua integração com o entorno (Lei Federal n. 9985/2000, art. 27).

No Estado do Paraná, vigora desde 1992 o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC), por meio da Lei Estadual n. 10.066/1992 (com redação dada pela Lei 11.352 de 13/02/1996 e também ratificada pela Lei Florestal do Paraná, n. 11.054/95), que representa o conjunto de UCs do Paraná.

Este indicador está separado em Unidades de Conservação de Proteção Integral e Uso Sustentável. Dentre as de Proteção Integral foram incluídas também áreas correlatas que possuem status de proteção equivalente, caso dos parques municipais (parque é uma categoria de UC de proteção integral) e dos bosques de conservação curitibanos. A inclusão de áreas correlatas foi realizada com base em SPVS (2018) e SOS Mata Atlântica (2017).

Entre as UCs de Uso Sustentável foram incluídas também áreas correlatas. São as áreas verdes municipais de Curitiba, que fazem parte do Sistema de Unidades de Conservação do município e o Parque das Águas, em Piraquara, de acordo com SPVS (2018).

Dentre as 73 UCs de Proteção Integral e áreas correlatas na RMC, 11 possuem plano de manejo. São duas RPPNs, cinco parques estaduais, com destaque para o Parque Estadual das Lauráceas, que grandes proporções ao nordeste da RMC (a maior UC de Proteção Integral na RMC) e cinco parques municipais de Curitiba (entre os quais, Tanguá, Tingui e Barigui) (quadro 30).

Quadro 30. Unidades de Conservação de Proteção Integral na RMC e áreas correlatas e existência (sim/não) de Plano de Manejo, 2018.

Unidades de Conservação de Proteção Integral na RMC	Gestão	Municípios abrangidos	Existência de Plano de Manejo (sim/não)
Parque Nacional Guaricana	Federal	São José dos Pinhais, Guaratuba, Morretes	Não
RPPN Antenor Rival Crema	Federal/Privada	Bocaiúva do Sul	Não
RPPN Papagaio-de-peito-roxo	Federal/Privada	Bocaiúva do Sul	Não
RPPN Sítio Monte Ararat	Federal/Privada	Bocaiúva do Sul	Não
RPPN Pedra sobre pedra	Federal/Privada	Campo Magro	Não
RPPN Uru	Federal/Privada	Lapa	Sim
Parque Estadual das Lauráceas	Estadual	Adrianópolis, Tunas do Paraná, Bocaiúva do Sul	Sim
Parque Estadual Prof. José Wachowicz	Estadual	Araucária	Não
Parque Estadual Pico Paraná	Estadual	Campina Grande do Sul, Antonina	Não
Parque Estadual de Campinhos	Estadual	Cerro Azul, Tunas do Paraná	Sim
Parque Estadual João Paulo II	Estadual	Curitiba	Não
Parque Estadual do Monge	Estadual	Lapa	Sim
Parque Estadual Serra da Baitaca	Estadual	Piraquara, Quatro Barras	Sim
Parque Estadual Pico do Marumbi	Estadual	Piraquara, Quatro Barras, Morretes	Sim
Monumento Natural Gruta da Lancinha	Estadual	Rio Branco do Sul	Não
RPPN BRAFER	Estadual/Privada	Araucária	Não
RPPN Refúgio Carolina	Estadual/Privada	Campo Largo	Não
RPPN Tarumã	Estadual/Privada	Campo Largo, Palmeira	Sim
RPPN Morro do Bruninho	Estadual/Privada	Piraquara	Não
RPPN Rio Negro	Estadual/Privada	Rio Negro	Não
Parque Municipal Cachoeira	Municipal	Araucária	Não
Refúgio da Vida Silvestre Rio Iguaçu/Foz do Barigui	Municipal	Araucária	Não
Parque Municipal de Balsa Nova	Municipal	Balsa Nova	Não
Parque Municipal do Cambuí	Municipal	Campo Largo	Não
Estação Ecológica Campos Naturais de Curitiba Teresa Urban	Municipal	Curitiba	Não
Jardim Botânico Franchete Rischbieter	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Atuba	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Barigui	Municipal	Curitiba	Sim
Parque Municipal Barreirinha	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Caiuá	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Cambuí	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal de Lazer General Iberê de Mattos - Bacacheri	Municipal	Curitiba	Sim

Parque Municipal Diadema	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal dos Tropeiros	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Guairacá	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Iguaçu	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Italiano	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Lago Azul	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Linear Cajuru	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Mairi	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Mané Garrincha	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Nascentes do Belém	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal Passaúna	Municipal	Curitiba	Não
Parque Municipal São Lourenço	Municipal	Curitiba	Sim
Parque Municipal Tanguá	Municipal	Curitiba	Sim
Parque Municipal Tingui	Municipal	Curitiba	Sim
Parque Municipal Yberê	Municipal	Curitiba	Não
Refúgio de Vida Silvestre do Bugio	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Airumã	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Araçá	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Bacacheri	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Barigui	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Beppe Nichele	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Bosque da Coruja	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Canela	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Cascatinha	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Caxinguelê	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Cedro Rosa	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Ecoville	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Erva-mate	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Geronasso	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Guabiroba	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Jataí	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Jerivá	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Name	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Refúgio do Jacu	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Taboa	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Umbará	Municipal	Curitiba	Não
RPPNM Vô Mantino e Amélia	Municipal	Curitiba	Não
Refúgio de Vida Silvestre da Foz do Rio Maurício/Rio Iguaçu	Municipal	Fazenda Rio Grande	Não
Parque Municipal Lagoa Verde	Municipal	Quitandinha	Não
Parque Municipal São Luís Tolosa	Municipal	Rio Negro	Não
Parque Municipal da Fonte	Municipal	São José dos Pinhais	Não

Bosque da Conservação da Biodiversidade Urbana Eng. Renato Ribeiro Cardoso	Municipal	Curitiba	Não
Bosque da Conservação da Biodiversidade Urbana Ilha Bela	Municipal	Curitiba	Não
Bosque da Conservação da Biodiversidade Urbana Mercúrio	Municipal	Curitiba	Não
Bosque da Conservação da Biodiversidade Urbana Mina D'Ouro	Municipal	Curitiba	Não
Bosque da Conservação da Biodiversidade Urbana Ordem	Municipal	Curitiba	Não
Bosque da Conservação da Biodiversidade Urbana Santa Paula	Municipal	Curitiba	Não
Bosque da Conservação da Biodiversidade Urbana Tatuquara	Municipal	Curitiba	Não
Bosque da Conservação da Biodiversidade Urbana Vitória Régia	Municipal	Curitiba	Não

Dentre as 34 UCs de Uso Sustentável e áreas correlatas listadas, 15 são propriamente UCs abrangidas pelo SNUC (das quais 9 são APAs). Destas, apenas cinco possuem plano de manejo: a APA Estadual da Escarpa Devoniana (em Campo Largo, Balsa Nova e Lapa), AEIT do Marumbi (Campina Grande do Sul, Piraquara, Quatro Barras, São José dos Pinhais), a Floresta Estadual Metropolitana, em Piraquara, a APA Estadual de Guaratuba, em São José dos Pinhais e a APA Municipal do Iguaçu (quadro 31). As APAs de Guaratuba e da Escarpa Devoniana são as de maiores proporções na RMC.

Algumas unidades não possuem plano de manejo, mas possuem zoneamento, instrumento que costuma ser incluído nos planos. É o caso das APAs associadas aos mananciais da RMC, como de Passaúna, do Rio Verde, Iraí e Piraquara.

Quadro 31. Unidades de Conservação de Uso Sustentável na RMC e áreas correlatas e existência (sim/não) de Plano de Manejo, 2018.

Unidades de Conservação de Uso Sustentável	Gestão	Municípios da RMC abrangidos	Existência de Plano de Manejo (sim/não)
APA de Guaraqueçaba	Federal	Campina Grande do Sul	Não, mas possui um Plano de Gestão Ambiental
Floresta Nacional do Açungui	Federal	Campo Largo	Não
APA Estadual do Passaúna	Estadual	Almirante Tamandaré, Araucária, Campo Largo, Campo Magro, Curitiba	não, apenas zoneamento
APA Estadual do Rio Verde	Estadual	Araucária, Campo Largo, Campo Magro	Não, apenas zoneamento

APA Estadual da Escarpa Devoniana	Estadual	Campo Largo, Balsa Nova, Lapa	Sim
APA Estadual do Iraí	Estadual	Campina Grande do Sul, Colombo, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras	Não, apenas zoneamento
AEIT do Marumbi	Estadual	Campina Grande do Sul, Piraquara, Quatro Barras, São José dos Pinhais	Sim
Área de Interesse Especial Regional do Iguaçu	Estadual	Araucária, Balsa Nova, Contenda, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Lapa, Pinhais, Piraquara, São José dos Pinhais	Não, apenas zoneamento
Floresta Estadual do Passa Dois	Estadual	Lapa	Não
Floresta Estadual Metropolitana	Estadual	Piraquara	Sim
APA Estadual do Rio Pequeno	Estadual	São José dos Pinhais	Não
APA Estadual do Piraquara	Estadual	Piraquara	Não, apenas zoneamento
APA Estadual de Guaratuba	Estadual	São José dos Pinhais	Sim
Reserva Ecológica do Jardim Ana Maria	Municipal	Contenda	Não
APA Municipal do Iguaçu	Municipal	Curitiba	Sim
Bosque Alemão	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Capão da Imbuia	Municipal	Curitiba	Não
Bosque da Fazendinha	Municipal	Curitiba	Não
Bosque de Portugal	Municipal	Curitiba	Não
Bosque dos Mundiais	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Doutor Martim Lutero – Boa Vista	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Gomm	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Gutierrez	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Irmã Clementina	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Pilarzinho	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Professor Erwin Gríger	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Reinhard Maack	Municipal	Curitiba	Não
Bosque São Nicolau	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Trabalhador	Municipal	Curitiba	Não
Bosque Zaninneli (Unilivre)	Municipal	Curitiba	Não
Parque Centenário da Imigração Japonesa	Municipal	Curitiba	Não
Parque das Pedreiras	Municipal	Curitiba	Não
Passeio Público	Municipal	Curitiba	Não
Parque das Águas	Municipal	Piraquara	Não

6.3.4.8. Orçamento anual disponível para gestão ambiental (% do orçamento anual total)

6.3.5. Uso do solo

6.3.5.1. Área com infraestrutura urbana (hectares e % do município)

O indicador de infraestrutura urbana corresponde às áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções. Também foram consideradas, no cálculo do indicador, áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes via geoprocessamento. A partir da soma das duas categorias, calcula-se a proporção (%) de área florestal em relação à área total do município.

Os municípios com maior proporção de infraestrutura urbana são Curitiba (65,3%), Pinhais (43,7%), Colombo (20,6%) e Fazenda Rio Grande (20,3%). São alguns dos principais municípios que compõem a mancha urbana da RMC. Além destes, os demais municípios do entorno do município de Curitiba (Almirante Tamandaré, Araucária, Piraquara e São José dos Pinhais) possuem proporção que varia de 8 a 10% (figura 58).

Os demais municípios possuem menos de 2,3% de infraestrutura urbana em seu território.

Figura 58. Área com infraestrutura urbana (% do território) - RMC, 2010.

Fonte: Elaboração própria.

Os municípios que mais tiveram aumento na proporção de infraestrutura urbana foram exatamente os que já possuem maiores proporções em relação ao restante da metrópole: Fazenda Rio Grande (10%), Curitiba (6,5%), Colombo (4%) e Pinhais (3,6%), Araucária (3%), São José dos Pinhais (2,7%) e Piraquara (2,4%).

Em relação aos valores absolutos de área de infraestrutura urbana, é praticamente o mesmo conjunto de municípios com maior proporção, mas com Campo Largo incluído (quadro 32).

Quadro 32. Municípios com maior área de infraestrutura urbana (hectares) na RMC, 2017.

Município	2017
Curitiba (PR)	28457,38
São José dos Pinhais (PR)	7519,19
Colombo (PR)	4081,61
Araucária (PR)	3929,26
Campo Largo (PR)	2748,48
Pinhais (PR)	2672,44
Fazenda Rio Grande (PR)	2344,95
Almirante Tamandaré (PR)	2033,11
Piraquara (PR)	1885,26

Todos os municípios apresentaram aumento na área de infraestrutura urbana, em maior ou menor grau, entre 2000 e 2017.

6.3.5.2. População residente em aglomerados subnormais (% em relação à população total residente em domicílios particulares ocupados)

Aglomerado subnormal corresponde, segundo o IBGE, ao conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa.

O indicador de população residente em aglomerados subnormais visa mostrar em que medida a ocupação irregular está presente nos municípios. A falta de planejamento e estrutura adequada das ocupações irregulares é um fator de grande impacto ao ambiente e aos serviços ecossistêmicos, além de ampliar problemas de saúde pública, como doenças infectocontagiosas e aumentar o risco e a vulnerabilidade das comunidades aos eventos extremos.

Tem como limitação o número mínimo de unidades habitacionais, o que pode excluir da análise outros assentamentos precários, devido ao fato de que o IBGE utiliza como unidade de análise os setores censitários, que possuem no mínimo 50 habitações. Assim, há uma tendência de subestimação por subregistro ou desatualização em áreas em que o crescimento geográfico é intenso. No entanto, esse indicador tem a vantagem de ser a única informação sobre o tema coletada nacionalmente e com metodologia confiável (MARQUES et al., 2007).

Dentre os 29 municípios que fazem parte da RMC, apenas oito apresentam aglomerados subnormais, com destaque para Curitiba, que possui 162.679 pessoas vivendo em aglomerados subnormais, o que corresponde a 9,32% do seu território. Outro destaque é Campo do Tenente, ao sul da região, que, embora possua apenas 725 pessoas morando nessas condições, o número corresponde a 10,21% da área municipal (quadro 33).

Quadro 33. População residente em aglomerados subnormais (% em relação à população total residente em domicílios particulares ocupados).

Município	%	Hectares
Curitiba (PR)	9,32	162679
Almirante Tamandaré (PR)	6,02	6207
Colombo (PR)	2,25	4773
Campo Largo (PR)	2,51	2816
Araucária (PR)	2,2	2623
Itaperuçu (PR)	6,68	1593
Campo do Tenente (PR)	10,21	725
Campo Magro (PR)	2,24	556

Os municípios com aglomerados subnormais se concentram na porção centro-oeste da RMC, com exceção de Campo do Tenente (figura 59).

Figura 59. População em aglomerados subnormais (% em relação à população total residente em domicílios particulares) - RMC, 2010.

Fonte: Elaboração própria.

Um estudo sobre assentamentos precários na RMC foi desenvolvido pelo Centro de Estudos da metrópole (CEM) e Ministério das Cidades para o ano 2000, comparando os dados sociais de setores subnormais com os de setores não especiais, tendo como pressuposto que “as características sociais da população não classificada como moradora de setores subnormais, mas que habita setores precários, devem ser similares às dos indivíduos de setores classificados como subnormais” (MARQUES et al., 2007, p. 14). Os achados deste estudo são complementares aos dados obtidos pelo IBGE e, devido sua relevância, são aqui apresentados. A habitação precária envolve diversas situações, como favelas, loteamentos clandestinos e/ou irregulares e cortiços.

Os municípios de Doutor Ulysses e Tunas do Paraná, embora não tenham nenhum setor subnormal, usando o termo oficial do IBGE, teve todos os assentamentos classificados como precários. Além desses, Cerro Azul possui 67,3% de domicílios precários, Adrianópolis, 57,7%, Rio Branco do Sul, 35% (quadro 34). Em suma, toda a porção no extremo norte da RMC possui

condições precárias de habitação. No caso do município de Curitiba, os setores precários identificados no estudo são contíguos aos subnormais e localizados, em sua maioria, na periferia da cidade, no limite com municípios vizinhos (MARQUES et al., 2007).

Quadro 34. Estimativa de domicílios em assentamentos precários em áreas urbanas – RMC, 2000.

Município	% de Domicílios em Assentamentos Precários
Adrianópolis (PR)	57,68
Agudos do Sul (PR)	0
Almirante Tamandaré (PR)	20,48
Araucária (PR)	11,02
Balsa Nova (PR)	0
Bocaiúva do Sul (PR)	17,64
Campina Grande do Sul (PR)	11,46
Campo do Tenente (PR)	-
Campo Largo (PR)	4,16
Campo Magro (PR)	19,61
Cerro Azul (PR)	67,26
Colombo (PR)	14,12
Contenda (PR)	11,35
Curitiba (PR)	12,13
Doutor Ulysses (PR)	100,0
Fazenda Rio Grande (PR)	6,21
Itaperuçu (PR)	19,88
Lapa (PR)	-
Mandirituba (PR)	14,64
Piên (PR)	-
Pinhais (PR)	5,75
Piraquara (PR)	7,47
Quatro Barras (PR)	8,35
Quitandinha (PR)	0
Rio Branco do Sul (PR)	34,98
Rio Negro (PR)	-
São José dos Pinhais (PR)	2,71
Tijucas do Sul (PR)	0
Tunas do Paraná (PR)	100,0

Fonte: CEM/CEBRAP (2007).

6.3.5.3. Área de mineração como proporção da área total do território (% do município)

O indicador de Área de mineração como proporção da área total do território corresponde às áreas referentes a extração mineral de grande porte, com existência de clara exposição do solo por ação de maquinário pesado. Somente são consideradas áreas pertencentes a malha digital do DNPM (SIGMINE).

Em 22 dos 29 municípios da RMC há atividade de mineração, em áreas variáveis. Dentre os que não possuem nenhuma área de mineração, estão Curitiba, Pinhais e Araucária. O município de Rio Branco do Sul é o que possui a maior área de mineração na RMC: são 113,2 hectares, o que corresponde a 58% de toda a área de mineração da região (quadro 35).

Quadro 35. Municípios da RMC com maior área de mineração (hectares) – 2017.

Município	2017
Rio Branco do Sul (PR)	113,21
Itaperuçu (PR)	37,29
Almirante Tamandaré (PR)	28,53
Lapa (PR)	20,67
São José dos Pinhais (PR)	18,66

Em relação às tendências entre 2000 e 2017, seis municípios perderam área de mineração. Um deles foi São José dos Pinhais, que apesar de ser um dos municípios que possui maior área de mineração em relação ao restante da metrópole, diminuiu essa área em 24% entre 2000 e 2017.

A área de mineração aumentou em 16 municípios entre 2000 e 2017. Rio Branco do Sul, além de ser o município com maior área de mineração, foi o que mais apresentou aumento entre os anos. Em Itaperuçu, Lapa, Contenda e Almirante Tamandaré também houve aumento de pelo menos 10 hectares (quadro 36).

Quadro 36. Municípios da RMC com maior aumento na área de mineração (hectares) – 2017.

Município	2000 (ha)	2010 (ha)	Aumento (ha)
Rio Branco do Sul (PR)	53,44	113,21	59,77
Itaperuçu (PR)	3,49	37,29	33,81
Lapa (PR)	1,37	20,67	19,30
Contenda (PR)	0,73	11,30	10,57
Almirante Tamandaré (PR)	18,07	28,53	10,45

Em relação à proporção do território municipal com área de mineração, se destacam Almirante Tamandaré, Rio Branco do Sul e Itaperuçu, embora em todos os casos o valor seja de 0,1% apenas.

6.3.5.4. Área de florestas plantadas para fins comerciais como proporção da área total do território (% do município)

Em 2001, a área total global de floresta plantada foi estimada em 187 milhões de hectares, o que representava somente cerca de 5% da cobertura florestal do planeta. Apesar disso, a tendência é de grande aumento, pela demanda crescente de matérias-primas como a madeira (CARNUS et al., 2006).

Nos anos 1900 a área de floresta plantada global aumentou 20 milhões de hectares em regiões tropicais e 12 milhões em regiões não tropicais, enquanto as florestas naturais sofreram declínio (CARNUS et al., 2006).

As florestas plantadas, embora estimulem a economia e atendam uma demanda por matérias-primas como fibras e madeira, podem gerar diversos impactos negativos, como esgotamento de nutrientes do solo (como qualquer monocultura), modificação da cobertura do solo, compactação (na abertura de estradas e na colheita, por exemplo) (VITAL, 2007). Também podem gerar impactos na fauna, decorrentes de fatores como o uso de defensivos agrícolas, e na flora, quando ocorre desmatamento de floresta nativa. Por outro lado, em caso de transição entre pastos e floresta plantada, o impacto pode ser positivo, gerando melhores condições para a fauna local (MOLEDO et al., 2016).

Os municípios com maior proporção de floresta plantada, em 2017, foram Rio Negro (29,8%) e Campo do Tenente (20,2%), ao extremo sul da RMC, seguidos de um conjunto de municípios ao norte: Dr. Ulysses (18,4%), Tunas do Paraná (16%) , Cerro Azul (15,4%), Itaperuçu (14,6%) e Rio Branco do Sul (13,8%). São

proporções expressivas quando se compara ao Brasil, que tinha, em 2016, cerca de 1,2% de florestas plantadas e ao Paraná, que tinha 4,5% (figura 60).

Figura 60. Área de florestas plantadas para fins comerciais como proporção da área total do território (% do município) - RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Quando se analisa as tendências entre 2000 e 2017, verifica-se que em praticamente todos os municípios da RMC houve aumento substancial na área com floresta plantada, com exceção de Adrianópolis, onde houve uma queda de 7%.

Embora a proporção de área com floresta plantada em Fazenda Rio Grande e Contenda seja pequena (2017), o aumento, em hectares, entre 2000 e 2017 foi alarmante nos dois municípios. Também se destaca o aumento expressivo em diversos outros municípios (quadro 37).

Quadro 37. Área com floresta plantada e tendências entre 2000 e 2007 – RMC.

Município	2000	2017	Tendência
Fazenda Rio Grande (PR)	0,97	173,13	17769,31
Contenda (PR)	4,52	324,64	7078,15
Campo Magro (PR)	44,17	1.700,03	3749,02
Colombo (PR)	24,63	427,95	1637,57
Campina Grande do Sul (PR)	110,75	1.787,73	1514,16
Mandirituba (PR)	301,98	4.098,99	1257,39
Araucária (PR)	43,98	370,99	743,52
Quatro Barras (PR)	79,78	572,58	617,73
Curitiba (PR)	6,15	42,23	586,67
Almirante Tamandaré (PR)	84,57	570,38	574,43
Piên (PR)	351,01	2.332,86	564,62
Bocaiúva do Sul (PR)	1.503,87	7.832,84	420,85
Itaperuçu (PR)	1.092,52	4.676,46	328,04
Quitandinha (PR)	933,77	3.993,02	327,63
Balsa Nova (PR)	334,18	1.333,70	299,10
Agudos do Sul (PR)	487,04	1.858,37	281,57
Campo Largo (PR)	2.725,73	9.927,20	264,20
Piraquara (PR)	36,09	123,56	242,36
Rio Branco do Sul (PR)	5.234,22	11.229,05	114,53
Lapa (PR)	9.408,92	18.409,01	95,65
Tijucas do Sul (PR)	2.475,96	4.760,36	92,26
Pinhais (PR)	2,27	4,05	78,59
Doutor Ulysses (PR)	9.039,47	14.464,65	60,02

Rio Negro (PR)	11.779,24	17.983,71	52,67
Campo do Tenente (PR)	4.397,49	6.154,76	39,96
Tunas do Paraná (PR)	9.292,77	10.680,83	14,94
São José dos Pinhais (PR)	355,30	373,97	5,26
Cerro Azul (PR)	20.655,59	20.713,93	0,28

Por outro lado, em municípios onde a proporção de área de floresta plantada já era grande em relação aos outros municípios da RMC (de até 20,2%), houve um aumento importante, no entanto discreto em comparação com os demais, caso de Rio Negro, Dr. Ulysses, Tunas do Paraná, Cerro Azul, Rio Branco do Sul e Campo do Tenente.

6.3.6. Poluição

6.3.6.1. Índice de Esgoto Tratado Referido à Água Consumida (%)

Esse indicador mostra, em relação à água consumida, qual porcentagem do esgoto é tratada. No entanto, um ponto a destacar é que o cálculo se baseia no total de esgoto coletado pela companhia e não do total gerado. Assim, não se considera o impacto da poluição por esgoto gerado, mas que não foi coletado.

Há informação disponível, em 2016, para 22 municípios da RMC. Deste total, Curitiba é o melhor colocado. O município trata 93% do esgoto gerado. Segundo o Trata Brasil, instituição que acompanha a situação do saneamento no Brasil, uma relação entre esgoto tratado e água consumida acima de 80% é considerada adequada (TRATA BRASIL, 2016).

No ranking de 2016 do Trata Brasil, a porcentagem média de tratamento de esgoto, considerando os cem municípios que compuseram a amostra do estudo, foi de 50,26%. Apenas 19 municípios, dos cem amostrados, tratavam, em 2016, ao menos 80% do esgoto produzido. Assim, dentre os indicadores do nível de cobertura de saneamento, o tratamento de esgoto é o que está mais longe da universalização, se mostrando o principal gargalo a ser superado (TRATA BRASIL, 2016).

Na RMC, dos 22 municípios para os quais há dados disponíveis, apenas Curitiba (93%), Piraquara (80,5%) e Pinhais (80,1%) estavam em situação adequada de tratamento de esgoto, em 2016. Campina Grande do Sul (79,4%) e Lapa (76,9%) estão próximos dessa meta (quadro 38).

Quadro 38. Índice de tratamento de esgoto referido à água consumida (%) em 2010 e 2016 – RMC.

Município	2010	2016	Diferença
Adrianópolis	-	-	-
Agudos do Sul	-	35,33	-
Almirante Tamandaré	14,3	36,25	21,95
Araucária	31,05	47,79	16,74
Balsa Nova	23,18	20,44	-2,74
Bocaiúva do Sul	0,35	41,4	41,05
Campina Grande do Sul	70,08	79,44	9,36
Campo do Tenente	-	-	-
Campo Largo	41,54	52,05	10,51
Campo Magro	21,91	31,69	9,78
Cerro Azul	2,06	1,4	-0,66
Colombo	27,7	51,04	23,34
Contenda	-	55,9	-
Curitiba	86,28	92,93	6,65
Doutor Ulysses	-	-	-
Fazenda Rio Grande	33,07	52,28	19,21
Itaperuçu	-	15,83	-
Lapa	70,81	76,89	6,08
Mandirituba	5,72	25,32	19,6
Piên	-	-	-
Pinhais	55,77	80,13	24,36
Piraquara	69,17	80,49	11,32
Quatro Barras	57,07	70,36	13,29
Quitandinha	-	22,54	-
Rio Branco do Sul	-	-	-
Rio Negro	45,71	53,13	7,42
São José dos Pinhais	50,18	63,96	13,78
Tijucas do Sul	-	-	-
Tunas do Paraná	-	-	-

O município com pior situação no tratamento de esgoto é Cerro Azul, com apenas 1,4% de tratamento. Em seguida, Itaperuçu (15,8%), Balsa Nova (20,4%), Quitandinha (22,5%), Mandirituba (25,3%) e Campo Magro (31,7%).

Considerando a média brasileira em 2016, de 50,26% de tratamento, 15 municípios da RMC (dentre os 22 para os quais há dados) estão abaixo da média.

Apesar da situação inadequada de tratamento de esgotos de quase toda a região, a tendência, entre 2010 e 2016, foi de aumento do tratamento em mais de 10 dos 22 municípios com dados. Apenas 2 municípios não apresentaram melhora no indicador. Os que mais melhoraram foram Bocaiúva do Sul (diferença

positiva de 41%), Pinhais (diferença de 24,4%), Colombo (diferença de 23,3%) e Almirante Tamandaré (21,9%).

6.3.6.2. Porcentagem de estabelecimentos agropecuários que utiliza agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos do município (%)

O número de estabelecimentos é um indicador que aponta o uso de agrotóxicos, mas tem como limitação o fato de que um único estabelecimento pode ser grande o bastante para impactar o ambiente em maior proporção de diversos pequenos estabelecimentos. O indicador ideal seria a quantidade, em litros, de agrotóxicos utilizados em cada município. Na ausência deste indicador, o que aqui se apresenta, publicado pelo IBGE em 2017, aponta de forma aproximada o uso de agrotóxicos por município.

Na RMC, o uso de agrotóxicos está presente em todos os municípios. Dos 29 que fazem parte da região, 15 possuem proporção de mais de 50% dos estabelecimentos agropecuários com uso de agrotóxicos. Os municípios do sudoeste da região, além de Doutor Ulysses, no extremo norte, são os que mais usam agrotóxicos (figura 61). Piên tem 87,2% de estabelecimentos que usam agrotóxicos, Rio Negro tem 86,6%, Quitandinha 85,2%, Campo do Tenente 82%, Contenda 78%, Araucária 73,6%, Lapa 72,2% e Doutor Ulysses 71,1%.

O município de Lapa se destaca por ser o que possui o maior número de estabelecimentos agropecuários em toda a região e também ser o maior produtor agrícola.

No Brasil, 36% dos estabelecimentos declararam utilizar agrotóxicos. Usando esse número como balizador, na RMC 19 municípios possuem proporção de estabelecimentos com uso de agrotóxicos superior à brasileira.

Figura 61. Porcentagem de estabelecimentos agropecuários que utiliza agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos do município (%) – RMC, 2017.

Fonte: Elaboração própria.

Por outro lado, há municípios que se destacam pela proporção pequena de utilização de agrotóxicos. Quatro Barras (2,3%), Pinhais (2,7%), Campina Grande do Sul (6%), Adrianópolis (6,3%) e Tunas do Paraná (8,5%).

Em Tunas do Paraná e Adrianópolis está localizado o Parque Estadual das Lauráceas, a maior UC de Proteção Integral na RMC. O uso controlado de agrotóxicos nessa região é um fator positivo que propicia menor impacto ambiental e pressão antrópica sobre o remanescente de Mata Atlântica localizado na região. O uso limitado de agrotóxicos em Campina Grande do Sul também é estratégico por esse município ser o que possui maior proporção de seu território com Áreas Estratégicas para Conservação.

Itaperuçu (14,3%) e Rio Branco do Sul (21,33%) possuem proporções maiores de estabelecimentos com uso de agrotóxicos, se comparado aos acima mencionados. No entanto, a proporção é bem inferior a grande parte da RMC.

Esses são alguns dos municípios chave na provisão de água, por possuírem 100% de seu território em área de proteção aos mananciais.

O Brasil consome cerca de 20% de todo o agrotóxico vendido no mundo e a tendência é de aumento ao longo dos anos. Entre 2000 e 2014 houve um aumento de 135% no consumo total de agrotóxicos. Além disso, o Brasil possui legislação menos restritiva que outros países, permitindo o uso de diversos ingredientes ativos proibidos na União Europeia, por exemplo (BOMBARDI, 2017).

O uso de agrotóxicos no Brasil, na proporção e qualidade utilizada tem gerado um impacto indiscutível sobre a saúde da população, principalmente trabalhadores rurais e sobre o ambiente. O Paraná é preocupantemente o Estado com maior número de intoxicações por agrotóxico de uso agrícola. De forma geral, a RMC não se destaca nesse sentido, mas o mapa de agrotóxicos do Brasil aponta o município de Quitandinha como o pior colocado na região (BOMBARDI, 2017).

Ainda são escassas as evidências científicas de contaminação dos compartimentos ambientais (ar, água, solo) pelo uso de agrotóxicos, e ainda falta a delimitação de valores de referência para inúmeras substâncias, o que gera incerteza sobre o impacto à saúde e ao ambiente. Apesar disso, cenários internacionais e estudos pontuais no Brasil têm apontado que muitas regiões agrícolas apresentam altos níveis de contaminação. Na Europa foram identificados, por exemplo, níveis elevados de nitrato em águas superficiais (GOMES e BARIZON, 2014).

6.3.6.3. *Taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares em relação à população total (%)*

Estudo do IPEA sobre o panorama dos resíduos sólidos no Brasil mostra discrepâncias entre as regiões, principalmente entre áreas rurais e urbanas. A taxa de cobertura vem crescendo continuamente no país, alcançando, em 2009, quase 90% do total de domicílios e quase 100% em domicílios urbanos (IPEA, 2012).

Nos municípios de Campina Grande do Sul, Colombo, Curitiba, Pinhais e Piraquara 100% da população possui acesso ao serviço de coleta de resíduos domiciliares (quadro 39). Outros 9 municípios possuem pelo menos 90% de cobertura do serviço. A situação na RMC é ligeiramente diferente da do país, considerando que, dentre os municípios com 100% de coleta, Piraquara possui grau de urbanização de menos de 50% e Campina Grande do Sul 82%. Entre os demais com cobertura de ao menos 90%, há também municípios menos urbanizados, como Campo do Tenente e Contenda. No entanto, no geral, nota-se maior cobertura nos municípios com características mais urbanas.

Quadro 39. Taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares em relação à população total – RMC, 2016.

Município	2016
Campina Grande do Sul	100
Colombo	100
Curitiba	100
Pinhais	100
Piraquara	100
Almirante Tamandaré	98,5
Quatro Barras	97,53
Araucária	97,45
São José dos Pinhais	95,79
Contenda	95
Fazenda Rio Grande	92,96
Campo do Tenente	90,18
Balsa Nova	90
Rio Negro	90
Campo Largo	87,78
Itaperuçu	80,35
Tunas do Paraná	71,66
Adrianópolis	61,97
Quitandinha	61,9
Lapa	60,58
Piên	56,75
Agudos do Sul	49,6
Mandirituba	43,5
Cerro Azul	39,28
Bocaiúva do Sul	Sem dados
Campo Magro	Sem dados
Doutor Ulysses	Sem dados
Rio Branco do Sul	Sem dados
Tijucas do Sul	Sem dados

Os piores colocados na RMC são os municípios de Cerro Azul, com 39,2% de coleta, Mandirituba, com 43,5% e Agudos do Sul, com 49,6%. Os três possuem grau de urbanização baixo em comparação com grande parte da RMC.

7. ANÁLISE INTEGRADA DO CAPITAL NATURAL E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

7.1. O capital natural na RMC

A expansão urbana da RMC ocorreu de duas formas: por meio da ampliação da mancha urbana e aumento na concentração populacional, um fenômeno associado ao perfil de Curitiba como polo centralizador político/econômico. A densidade populacional em Curitiba aumentou com mais intensidade a partir da década de 60 e fortemente nas décadas de 70 e 80, com o processo de êxodo rural e criação dos distritos industriais de Curitiba e Araucária (SUDERHSA, 2007).

Na Região Metropolitana de Curitiba, o aumento populacional e a expansão da mancha urbana têm aumentado a demanda pelo uso e ocupação do solo e, conseqüentemente, gerado pressão sobre os recursos naturais. A RMC teve uma das maiores taxas de crescimento no Brasil nas últimas décadas, concentra 3,6 milhões de habitantes atualmente (IBGE, 2018) e foi a região metropolitana que mais teve desmatamento no Brasil entre 2008 e 2010 (SPVS, 2018).

O capital natural é a base para a provisão de serviços ecossistêmicos. Ele é composto pelos diversos recursos naturais existentes, como as florestas e os recursos hídricos.

Houve perda de floresta nativa em quase toda a RMC entre 2000 e 2017: 25 dos 29 municípios, com destaque para os municípios do noroeste da região. Esse cenário, de diminuição na área de florestas, impacta diretamente a manutenção da biodiversidade, na sustentabilidade dos recursos florestais e de serviços ecossistêmicos, como a purificação da água e o sequestro de carbono (CFS, 2018).

Todos os municípios apresentaram aumento na área de infraestrutura urbana, em maior ou menor grau, entre 2000 e 2017. Dos municípios com maior área urbana, Fazenda Rio Grande apresentou o maior aumento seguido de Araucária e São José dos Pinhais (quadro 40).

Quadro 40. Área com infraestrutura urbana em hectares e % de aumento entre 2000 e 2017 – RMC.

Município	2017	% de aumento entre 2000 e 2017
Curitiba (PR)	28457,38	11,1
São José dos Pinhais (PR)	7519,19	52,3
Colombo (PR)	4081,61	24,9
Araucária (PR)	3929,26	56,5
Campo Largo (PR)	2748,48	28,9
Pinhais (PR)	2672,44	9
Fazenda Rio Grande (PR)	2344,95	94,8
Almirante Tamandaré (PR)	2033,11	40,5
Piraquara (PR)	1885,26	39,9

Fonte: Elaboração própria.

Apesar do aumento expressivo na área com infraestrutura urbana em Araucária, não houve perda de vegetação nativa nesse município entre 2000 e 2017. Os demais municípios mais urbanizados perderam vegetação. Fazenda Rio Grande cresceu intensamente, mas perdeu pouca vegetação nativa no período. Piraquara também apresentou significativo crescimento sem perda substantiva de vegetação. Campo Largo, dentre os mais urbanizados da RMC, foi o que mais perdeu vegetação nativa, bem como São José dos Pinhais.

Para além das áreas mais centrais da metrópole, verifica-se, na verdade, que **foram municípios mais distantes do núcleo central que perderam maior área de vegetação nativa**. Os municípios que mais perderam área entre 2000 e 2017 foram Cerro Azul (13.894 ha), Rio Branco do Sul (11.277 ha) e Doutor Ulysses (8.889 ha).

Doutor Ulysses possui apenas 16% de grau de urbanização (2010), mas foi o que mais apresentou aumento na área de infraestrutura urbana no período de 2000 a 2017, que aumentou cinco vezes em relação ao tamanho de 2000. Em Cerro Azul a área urbana também se expandiu em relação a 2000, mas não explica a significativa perda de vegetação. Em Rio Negro e Lapa também houve expansão da área urbanizada, mas a perda de vegetação foi mais expressiva.

Ao se analisar outros indicadores de uso do solo na busca por causas da perda de vegetação nativa nesses municípios, se observa variações. Em Cerro Azul,

líder em desmatamento na RMC entre 2000 e 2017, houve um aumento muito significativo na área com agropecuária, que aumentou 1,6 vezes no período, apresentando o maior aumento nesse uso do solo na RMC (o município lidera em área com agropecuária, com 35.157 ha em 2017, atrás apenas de Lapa, que possui 111.606 ha).

Lapa, por sua vez, apesar de ser líder na área e produção agrícola, não perdeu vegetação para a agricultura e apresentou aumento na produtividade. Os dados indicam que houve perda para urbanização, mas outros fatores podem ter influenciado diretamente nessa diminuição, principalmente floresta plantada, que quase dobrou de tamanho entre 2000 e 2017, saltando de 9.498 ha para 18.409 ha.

Em Doutor Ulysses e Rio Branco do Sul, além do aumento na área urbanizada, houve também aumento na área com agropecuária e, principalmente, com floresta plantada. Em Rio Negro não houve aumento da agropecuária, mas apenas de floresta plantada.

A perda substantiva de floresta nativa na RMC, nas últimas décadas, aponta a necessidade de garantir a proteção dos fragmentos florestais que ainda restam e dos remanescentes de mata atlântica, principalmente os que estão desprotegidos.

A substituição de vegetação nativa por agricultura, pasto e áreas urbanas é um problema central para a conservação da biodiversidade nos trópicos (SCHIPPER et al, 2008). Em áreas fragmentadas, com pouca cobertura vegetal ou conectividade e vegetação nativa degradada, as cascatas de extinção são prováveis de acontecer, especialmente se há perda de espécies chave ou grupos funcionais de espécies (FISCHER e LINDENMAYER, 2007).

Embora a RMC possua cerca de 20% do território composto por Áreas Estratégicas para a Conservação, apresentando relevante extensão na porção leste da RMC e também na porção oeste, a mancha urbana da metrópole separa essas grandes áreas. A SPVS, em uma publicação que traz diretrizes para a conservação da biodiversidade da RMC (2018) constatou a alta prioridade para conservação e importância regional do Rio Iguaçu como um grande corredor

ecológico ou elemento de ligação entre as áreas protegidas à leste e oeste do município de Curitiba.

O tamanho e a conectividade das florestas são atributos importantes para a determinação do valor de uma área de floresta para a manutenção da biodiversidade, e de sua capacidade de fornecer bens e serviços ecossistêmicos (CDB, 2006). Assim, manter o que resta de remanescentes de mata atlântica na RMC significa não apenas proteger a biodiversidade, mas também garantir a proteção de áreas de produção de serviços essenciais à qualidade de vida e ao bem-estar humano.

No entanto, apenas uma pequena porção do território metropolitano é composto por Unidades de Conservação, seja de Uso Sustentável ou de Proteção Integral. O que se observa na RMC é que há maior proporção de UCs de Proteção Integral no município de Curitiba e em municípios localizados à leste, como Piraquara, Quatro Barras e Fazenda Rio Grande. Também há maior proporção de UCs de Proteção Integral em Adrianópolis e Tunas do Paraná, no extremo nordeste da RMC, devido à existência do Parque das Lauráceas, que protege fragmento significativo de Mata Atlântica.

A análise da proporção de unidades de conservação de proteção integral em relação à área total (ha) de floresta nativa nos municípios da RMC aponta uma situação preocupante em relação à conservação da biodiversidade na metrópole. Dos 29 municípios da RMC, 11 não possuem UCs de Proteção Integral e 9 municípios possuem entre 0 e 1% desse tipo de UC em relação à floresta nativa do município. O restante varia entre 3,3% em Araucária e 21,1% em Curitiba, que além de ser o município com maior proporção de UCs de Proteção Integral é um dos prioritários, por abrigar grande parte da mancha urbana.

Observa-se que grande parte da floresta nativa existente na RMC, especialmente à oeste, está desprotegida e, portanto, mais suscetível à futuras perdas devido à pressão pelo uso do solo e outros fatores diversos. No entanto, é interessante notar a situação do município de Curitiba que, embora abrigue grande parte da população e infraestrutura urbana da metrópole, é o município que mais protege remanescentes de Mata Atlântica, proporcionalmente, em

relação aos demais, embora seja um dos que possui menor área de floresta nativa (atrás apenas de Fazenda Rio Grande e Pinhais, municípios pequenos em área). Esse cenário é resultado da existência de ações e políticas voltadas à proteção da biodiversidade e garante a manutenção de serviços ecossistêmicos fundamentais ao meio urbano, como lazer, filtragem de poluentes e regulação da temperatura, reduzindo as ilhas de calor.

Quanto aos municípios à leste de Curitiba, a maior proporção de UCs de Proteção Integral tem papel fundamental na redução dos impactos à biodiversidade e aos recursos naturais devido à expansão urbana, que tem ocorrido com maior intensidade nessa direção.

Já em relação às UCs de Uso Sustentável, nota-se sua existência ao entorno do município de Curitiba, o que reflete, em grande parte, a vinculação das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) com as bacias contribuintes das represas de abastecimento público atual e futuro: as APAS do Iraí, do Piraquara, do Pequeno, do Passaúna e do Verde.

O indicador de proporção de Unidades de Conservação de Uso Sustentável em relação à área municipal mostra que os municípios de Piraquara (74,4%), Balsa Nova (69,2%) e São José dos Pinhais (57,7%) são os que mais possuem essa categoria de proteção da biodiversidade em seu território. A maior proporção de UCs de Uso Sustentável coincide em grande parte com os municípios que compõem o núcleo central da RMC, onde a pressão pelo uso do solo é mais intensa e há uma necessidade premente de conservação.

Visando ir além de uma perspectiva mais abrangente sobre o estado e as tendências temporais do capital natural na RMC, foi realizada, neste estudo, uma análise de indicadores chave de capital natural, a partir do conjunto de indicadores proposto, para cada municípios da região. O objetivo dessa análise foi trazer, de forma mais objetiva, a avaliação do capital natural, o status de cada município com relação à necessidade de adoção de ações para a proteção da biodiversidade e dos recursos hídricos e algumas ações consideradas prioritárias em cada localidade, visando subsidiar tomadas de decisão no planejamento territorial da metrópole.

Essa análise se configura como uma contribuição adicional da tese, embora seja aconselhável realizá-la em outros locais em que o conjunto de indicadores for aplicado.

A partir dessa avaliação, se obteve o seguinte resultado: 9 dos 29 municípios da RMC possuem status de atenção prioritária, 17 possuem status de atenção e 3 não foram considerados municípios prioritários, o que não quer dizer que não sejam necessárias ações para garantir a proteção do capital natural nesses locais, apenas que, em comparação com os demais, estão em situação razoavelmente adequada (quadro 41). Os detalhes da avaliação do capital natural e das ações prioritárias estão no anexo 5.

Quadro 41. Status do capital natural nos municípios da RMC.

Município	Status
Adrianópolis (PR)	Atenção prioritária
Agudos do Sul (PR)	Atenção prioritária
Almirante Tamandaré (PR)	Atenção prioritária
Araucária (PR)	Não prioritário
Balsa Nova (PR)	Não prioritário
Bocaiúva do Sul (PR)	Atenção prioritária
Campina Grande do Sul (PR)	Atenção
Campo do Tenente (PR)	Atenção
Campo Largo (PR)	Atenção
Campo Magro (PR)	Atenção
Cerro Azul (PR)	Atenção prioritária
Colombo (PR)	Atenção
Contenda (PR)	Atenção
Curitiba (PR)	Atenção
Doutor Ulysses (PR)	Atenção prioritária
Fazenda Rio Grande (PR)	Atenção
Itaperuçu (PR)	Atenção prioritária
Lapa (PR)	Atenção prioritária
Mandirituba (PR)	Atenção
Piên (PR)	Atenção
Pinhais (PR)	Não prioritário
Piraquara (PR)	Atenção
Quatro Barras (PR)	Atenção
Quitandinha (PR)	Atenção
Rio Branco do Sul (PR)	Atenção prioritária
Rio Negro (PR)	Atenção
São José dos Pinhais (PR)	Atenção
Tijucas do Sul (PR)	Atenção
Tunas do Paraná (PR)	Atenção

Fonte: Elaboração própria.

Além de ser importante ações como a criação de Unidades de Conservação para a proteção da biodiversidade, cada UC deve dispor de um Plano de Manejo, no qual se estabelece seu zoneamento e as normas para o manejo dos recursos naturais. A existência de Plano de Manejo por si só não garante o manejo adequado nas unidades de conservação, mas representa um passo importante na conservação dessas áreas. Os planos de manejo são instrumentos previstos no SNUC. Ele deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, e incluir medidas para promover sua integração com o entorno (Lei Federal n. 9985/2000, art. 27).

No Estado do Paraná, vigora desde 1992 o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC), por meio da Lei Estadual n. 10.066/1992 (com redação dada pela Lei 11.352 de 13/02/1996 e também ratificada pela Lei Florestal do Paraná, n. 11.054/95), que representa o conjunto de UCs do Paraná.

Dentre as 73 UCs de Proteção Integral e áreas correlatas na RMC, 11 possuem plano de manejo. São duas RPPNs, cinco parques estaduais, com destaque para o Parque Estadual das Lauráceas, que grandes proporções ao nordeste da RMC (a maior UC de Proteção Integral na RMC) e cinco parques municipais de Curitiba (entre os quais, Tanguá, Tingui e Barigui).

Dentre as 34 UCs de Uso Sustentável e áreas correlatas listadas, 15 são propriamente UCs abrangidas pelo SNUC (das quais 9 são APAs). Destas, apenas cinco possuem plano de manejo: a APA Estadual da Escarpa Devoniana (em Campo Largo, Balsa Nova e Lapa), AEIT do Marumbi (Campina Grande do Sul, Piraquara, Quatro Barras, São José dos Pinhais), a Floresta Estadual Metropolitana, em Piraquara, a APA Estadual de Guaratuba, em São José dos Pinhais e a APA Municipal do Iguaçu (quadro x). As APAs de Guaratuba e da Escarpa Devoniana são as de maiores proporções na RMC.

Algumas unidades não possuem plano de manejo, mas possuem zoneamento, instrumento que costuma ser incluído nos planos. É o caso das APAs associadas aos mananciais da RMC, como de Passaúna, do Rio Verde, Iraí e Piraquara.

Assim, existe uma demanda importante na conservação da biodiversidade da RMC: elaborar e implementar os planos de manejo das UCs de Proteção Integral e de Uso Sustentável.

Outro mecanismo que pode desempenhar um papel importante na conservação da natureza é o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA), instituído no artigo 38 da Lei da Mata Atlântica (11.428), de dezembro de 2006. O PMMA é um instrumento legal voltado à proteção, conservação, recuperação e uso sustentável da Mata Atlântica. A elaboração e implementação do PMMA é de competência de cada município do Bioma, com aprovação do Conselho Municipal de Meio Ambiente.

O PMMA deve conter o diagnóstico da vegetação nativa, identificação dos vetores do desmatamento, definição de áreas prioritárias para conservação e recuperação da mata atlântica e indicação de ações para prevenção ao desmatamento e uso sustentável da mata no município (art. 43 Decreto n. 6660/2008 que regulamenta a Lei n. 11.428/2006).

Em 2018, apenas Fazenda Rio Grande possui plano elaborado e em fase de implementação. Campo Magro e Curitiba possuem PMMA elaborado, apenas. São José dos Pinhais está mobilizado para iniciar a elaboração do plano e o município de Lapa está com seu plano em processo de elaboração.

Desta forma, nota-se que a maior mobilização em torno dos PMMAs se concentra em municípios do núcleo central da metrópole, com exceção de Lapa, localizado no extremo sul da RMC.

A ausência de plano de manejo em grande parte das UCs da RMC e a mobilização ainda tímida em torno da elaboração/implementação dos PMMA demonstra que a região ainda carece fortemente de diretrizes claras para a proteção da biodiversidade.

Para além do planejamento, iniciativas e ações voltadas à conservação da biodiversidade e dos recursos naturais podem envolver mecanismos financeiros, como o pagamento por serviços ambientais e o desconto no IPTU.

O indicador de pagamento por serviços ambientais (PSA) mostrou que 10 municípios da RMC possuem algum mecanismo que utiliza o PSA, seja em

arcabouço legal e/ou programas e/ou projetos de iniciativa privada ou pública. Alguns municípios possuem legislação sobre o tema, mas não procederam com sua regulamentação. Em relação aos municípios alvo de programas ou projetos de PSA, cabe destacar que são iniciativas importantes, no entanto, pontuais. Ao todo, 19 municípios ainda não instituíram o PSA como instrumento de conservação ambiental e não foram alvo de projetos de PSA.

O Estado do Paraná instituiu o Programa Bioclima Paraná (Decreto Estadual n. 4381/2012) com o objetivo de estimular a conservação e recuperação da biodiversidade, a adaptação às mudanças climáticas e gerar incentivos para a conservação e recuperação ambiental. Um dos desdobramentos no âmbito desse projeto é a Lei Estadual n. 17134/2012, que Institui o Pagamento por Serviços Ambientais, em especial os prestados pela Conservação da Biodiversidade. O Decreto Estadual n. 10222/2018 reformulou a definição de pagamento por serviços ambientais que constava na lei de PSA do Paraná para: “a transação por meio da qual um serviço ambiental bem definido, prestado por, pelo menos, um provedor, recebe uma retribuição monetária ou não de, pelo menos, um beneficiário ou usuário do serviço ambiental, denominado pagador, respeitadas as condições pactuadas e as normas deste decreto e dos regulamentos específicos”.

A Lei de PSA do Paraná foi regulamentada pelo Decreto Estadual n. 1591/2015. Nele são estabelecidas como modalidades de PSA a Conservação da Biodiversidade, Unidades de Conservação, restauração ou recuperação de florestas e outras formas de vegetação nativa, PSA para a captura, fixação e estoque de carbono e PSA para Conservação dos Recursos Hídricos.

Como desdobramentos do Decreto Estadual n. 1591/2015, foi publicada a Resolução SEMA n. 80/2015, que dá diretrizes para o PSA destinado às Reservas Particulares do Patrimônio Natural (PSA/RPPN) no Estado do Paraná e publicado o edital de chamada pública n. 01/2018 para seleção de RPPNs do Estado para pagamento por serviços ambientais. O resultado desse edital foi um dos elementos utilizados para construir o indicador de Pagamento por Serviços Ambientais. Dentre os municípios da RMC, foram contemplados Bocaiúva do Sul, com a RPPN Antenor Rival Crema, Curitiba, com as RPPN Bosque da

Coruja, Airumã, Umbará, Geronasso, Caxinguelê e Refúgio do Jacu e Lapa, com a RPPN Uru.

Além do PSA voltado às RPPNs do Estado, a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) do Paraná vem desenvolvendo projetos piloto de PSA para conservação dos recursos hídricos, como se verá mais a frente.

Piraquara e São José dos Pinhais se destacam em relação ao pagamento por serviços ambientais. Piraquara é o município da RMC mais avançado em termos legais com a Lei Municipal n. 1405/2014, que institui o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Decreto 4808/2016 que o regulamenta. Além disso, a prefeitura lançou o Projeto Manancial Vivo, desenvolvido em 2015 (foi instituído um Fundo Municipal de Serviços Ambientais, pela Lei Municipal 1.540/2015) em parceria com a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) e a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGBPN). O objetivo é estimular os proprietários a conservar a natureza, aliada às atividades de turismo e agropecuária. Já foi realizado um diagnóstico de propriedades aptas a aderirem ao programa e assinado um acordo de cooperação técnica entre a prefeitura e a SEMA, Sanepar e Instituto Águas Paraná, em 2018.

São José dos Pinhais também possui legislação sobre PSA, na forma da Lei Municipal n. 2964/2017 que institui o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais. No entanto, ainda é necessária a regulamentação dessa lei. O município de Campo Magro aparece na mesma situação: a Lei Municipal n. 743/2012 institui a Política Municipal dos Serviços Ambientais e o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais, mas ainda se aguarda a regulamentação.

O município de Curitiba, embora não possua arcabouço legal que diretamente aborde PSA, tem se destacado por utilizar a concepção dos mecanismos econômicos para garantir o incentivo à proteção da natureza. No município existe, desde 2000, o chamado IPTU Verde, que garante redução ou isenção do IPTU, proporcional à taxa de cobertura florestal do terreno, a proprietários ou possuidores de terrenos integrantes do Setor Especial de Áreas Verdes em Curitiba (Lei Complementar n.º 9.806/2000, que institui o Código Florestal do

Município de Curitiba). Embora não seja diretamente chamado dessa forma, o IPTU Verde é um mecanismo de PSA. Outro incentivo à conservação da biodiversidade na cidade é a Lei Municipal n. 14587/2015 (revoga a Lei n. 12080/2006) que incentiva a criação de RPPNs municipais e garante a possibilidade de transferência do potencial construtivo destas áreas para outros imóveis.

Outras iniciativas de PSA que contemplam municípios da RMC são o Programa Desmatamento Evitado, da SPVS e o Projeto Estrada com Araucárias, coordenado pela Embrapa Florestas e SEMA, no caso do Estado do Paraná, com apoio de outras instituições (EMATER, IAP, SEAB, UNICENTRO e UFPR).

O Programa Desmatamento Evitado, desenvolvido desde 2003, engloba os municípios de Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Lapa, Mandirituba, Piraquara, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul. O objetivo é incentivar que empresas privadas apoiem financeiramente áreas naturais com ecossistemas ameaçados, garantindo-se a conservação de remanescentes em propriedades particulares. A SPVS identifica e cadastra proprietários interessados e faz a aproximação entre eles e as empresas interessadas. Além da remuneração dos proprietários, o programa oferece suporte técnico e acompanhamento para garantir a conservação da biodiversidade. No total, cerca de 26 famílias já foram apoiadas pelo programa, em um total de 4900 hectares de Floresta Ombrófila Mista (floresta de araucária) (SPVS, 2013).

O projeto Estrada com Araucária, por sua vez, contempla, na RMC, os municípios de Fazenda Rio Grande e Lapa. Em esquema semelhante ao Programa Desmatamento Evitado, o projeto incentiva o plantio de *Araucaria angustifolia* em divisas de propriedades rurais familiares com faixas de domínio de estradas por meio do apoio financeiro de empresas privadas aos proprietários rurais. A medida de PSA visa, além do plantio de araucárias e promoção de serviços ambientais, a compensação por emissão de gases de efeito estufa. Os produtores recebem R\$5,00 por cada uma das 200 mudas plantadas por propriedade, totalizando uma renda de R\$1000,00 por ano até as árvores se tornarem adultas e começarem a produzir pinhão (OLIVEIRA et al, 2015).

Além dos projetos de PSA e correlatos em curso na RMC, o ICMS Ecológico se destaca como um importante instrumento de política pública, criado pioneiramente no Paraná, que trata do repasse de recursos financeiros aos municípios que abrigam em seus territórios Unidades de Conservação ou áreas protegidas, ou ainda mananciais para abastecimento de municípios vizinhos.

Do total do ICMS arrecadado pelo Estado, 5% é destinado para os municípios. Metade é destinado a municípios que tenham em seu território Manancial de Abastecimento de Água, cuja água se destina ao abastecimento da população do município vizinho e a outra metade a municípios que tenham integrado em seu território Unidades de Conservação, Áreas de Terras Indígenas, Reservas Particulares do Patrimônio Natural, Faxinais e Reservas Florestais Legais.

O ICMS Ecológico se configura como um tipo de pagamento por serviço ambiental, embora não seja denominado desta forma, pois por meio dele os municípios recebem repasse de recursos financeiros por abrigarem em seu território unidades de conservação ou mananciais de abastecimento público (Lei Complementar n. 59/1991).

Em 2017, do montante total do ICMS Ecológico repassado aos municípios da RMC, R\$ 79.509.576,62, 83% correspondem ao ICMS de Mananciais e 17% de Biodiversidade. Dos que recebem pela conservação da biodiversidade, destacam-se Adrianópolis (0,99% do ICMS Ecológico do Estado) e Curitiba (0,94%).

Relatório da SPVS (2018, p.15) aponta que os gestores públicos têm progressivamente percebido a possibilidade de adotar uma economia baseada na conservação da natureza, mas que há municípios que “ainda não se atentaram para o ativo presente em seus territórios e, apesar de abrigarem Unidades de Conservação e/ou mananciais, ainda não recebem esse tributo”.

Em nível municipal, praticamente todos os municípios possuem estrutura institucional mínima para ações de manejo que favoreçam a biodiversidade já que possuem secretaria de meio ambiente, com exceção de Campina Grande do Sul, onde o órgão de meio ambiente faz parte da Secretaria de Infraestrutura e Logística e Tunas do Paraná, onde há apenas um departamento de meio

ambiente. Apesar da existência de secretaria em quase todos os municípios, em 16 o meio ambiente é compartilhado com outra pasta, principalmente agricultura.

Quando as pastas são compartilhadas, recursos financeiros e humanos são divididos entre diferentes demandas e pode não haver capacidade técnica, infraestrutura e equipamentos para atender as demandas de fiscalização, licenciamento e gestão para a conservação da biodiversidade (SPVS, 2018).

A análise do orçamento anual previsto para gestão ambiental nos municípios também é um indicativo dessa capacidade institucional. Os municípios que destinaram maior proporção do orçamento anual total de 2018 voltada às funções de meio ambiente estão localizados no núcleo central da RMC. Destaca-se São José dos Pinhais, que destinou 6,4% do seu orçamento de 2018 para meio ambiente, Colombo (5,3%), Pinhais (4,8%) e Curitiba (4,6%), mas o maior valor monetário foi previsto por Curitiba, de R\$ 212.479.000,00. No entanto, grande parte dos municípios (18, dos 25 para os quais existem dados disponíveis) destinou até 2,5% para ações de meio ambiente.

Conselhos de Meio Ambiente, um instrumento importante previsto na política ambiental brasileira, estão instituídos em quase todos os municípios em 2018. Em 2002, 10 municípios não possuíam Conselho Municipal de Meio Ambiente instituído. Apenas três municípios não possuem conselho: Doutor Ulysses, Quitandinha e Rio Branco do Sul. No entanto, a mera existência dos conselhos não garante efetiva participação e controle social.

Em nível metropolitano, o Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC, de 2006, já apontava como uma demanda institucional a necessidade de articulação e de organização das instituições para a consolidação de um sistema de gestão orientado ao desenvolvimento e sustentabilidade da metrópole, com a participação social, por meio da criação de espaços institucionais para o planejamento e gestão territorial (p. 245).

A COMEC, o órgão coordenador metropolitano de Curitiba, tem como missões a integração do processo decisório e de gestão da RMC, visando o desenvolvimento da metrópole, o planejamento metropolitano, coordenação de ações em nível metropolitano, assessoramento e apoio técnico aos entes da RMC e informação e comunicação social.

Dentre as funções de interesse público que devem ser desempenhadas pela COMEC, mediante diferentes formas de arranjos institucionais, consta a função ligada ao meio ambiente e aos mananciais.

A COMEC deve atuar de forma conjunta com as entidades ligadas à gestão ambiental, com destaque para a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) e o IAP, que atuam em nível estadual, além de outras entidades, como ONGs. O IAP atua na proteção da biodiversidade, no controle ambiental, fiscalização e monitoramento de áreas de conservação, parques federais e estaduais, lançamento de efluentes industriais e disposição final de resíduos sólidos.

O PDI de 2006 ressalta a COMEC como umas das instituições mais favoráveis à promoção da integração das políticas setoriais com o planejamento ambiental.

Há a necessidade de se ampliar, em grande parte da RMC, a implementação das políticas de proteção da biodiversidade, estimular a criação de novas unidades de conservação e fortalecer o monitoramento do uso do solo, principalmente o aumento do desflorestamento e da expansão agrícola, além do monitoramento da qualidade dos mananciais, que sofrem pressão por fatores como a poluição por agrotóxicos.

A pressão antrópica sobre o capital natural pode influenciar negativamente na provisão de serviços ecossistêmicos. Há que se garantir estrutura e articulação institucional e financeira adequada para a implementação de ações de proteção do capital natural e de serviços ecossistêmicos na RMC. É necessário, assim, um esforço conjunto, nos diversos níveis administrativos, incluindo municípios, órgão metropolitano e Estado, além da participação da sociedade civil na tomada de decisão e no planejamento em nível metropolitano.

7.2. O serviço ecossistêmico de provisão de água na RMC – demanda, oferta e pressões

A bacia do Ribeira, que atende os municípios ao norte da RMC, possui uma disponibilidade hídrica superficial de 66.136,18 l/s e possui uma demanda hídrica de 788,8 l/s. A bacia do Alto Iguaçu, que atende a porção ao sul da RMC

apresenta uma disponibilidade hídrica 27% menor do que a do Ribeira, de 48.190,69 l/s e uma demanda 12 vezes maior.

Assim, a oferta do serviço ecossistêmico de provisão de água é bem maior na bacia do Ribeira, do que na bacia do Alto Iguaçu e, no entanto, a demanda pelo serviço é muito superior nesta última, onde se encontra a grande mancha urbana da metrópole.

O Sistema Integrado de abastecimento na RMC, que em 2010 abastecia 12 municípios dos 29 da região é operado pela SANEPAR, é composto por quatro sistemas produtores: Sistema Iraí (Barragem do Rio Iraí), Sistema Iguaçu (Canal de Água Limpa), Sistema Miringuava (Rio Miringuava) e Sistema Passaúna (Barragem do Passaúna) (ANA, 2015). As captações desses sistemas se localizam em Curitiba e entorno, abrangendo os municípios de Pinhais, Quatro Barras, Piraquara, São José dos Pinhais, Campo Largo e Araucária.

A demanda hídrica total calculada neste estudo, considerando os diversos usos (abastecimento, agricultura, pecuária, indústrias e mineração) é nitidamente maior nos municípios de Curitiba, Colombo, Araucária e São José dos Pinhais. Cada tipo de uso interfere na demanda por recursos hídricos (tanto na quantidade quanto na qualidade) refletindo-se nas disponibilidades presentes e futuras, e podendo comprometer as metas de sustentabilidade no uso dos recursos hídricos.

Quando se analisa a demanda hídrica por tipo de atividade, o abastecimento público é o que prepondera, com 8375,8 l/s somando todos os municípios. Isso representa 73% de toda a demanda hídrica da RMC, com destaque para o município de Curitiba. O setor industrial é o segundo que mais demanda provisão de água, com 1774,9 l/s, no entanto observa-se que essa demanda se concentra majoritariamente no município de Araucária. A agricultura fica em terceiro lugar, com 1089,73 l/s, e se concentra principalmente nos municípios de Colombo (250,8 l/s), Lapa (228 l/s) e São José dos Pinhais (219,5 l/s).

Fica evidente a situação do município de Curitiba como o maior receptor do serviço de provisão de água, com uma demanda de 5427 l/s, o que representa uma demanda 74% maior do que o segundo maior receptor, o município de

Araucária (1397,5). Se destacam também outros municípios, como Colombo (920,4 l/s) e São José dos Pinhais (862 l/s).

A densidade populacional é um dos principais fatores de pressão sobre os recursos hídricos. Quanto maior a densidade populacional, maior também a demanda por abastecimento, maior o volume de resíduos e efluentes gerados, maior o impacto sobre áreas naturais (SUDERHSA, 2007).

No município de Araucária, a principal demanda é industrial, ao contrário de Curitiba, que possui a maior demanda por abastecimento público devido à alta densidade demográfica, muito superior à dos demais municípios. Colombo possui mais demanda para abastecimento público também, e é o terceiro município com maior densidade demográfica na RMC, mas utiliza em grande parte de fontes subterrâneas, ao contrário de Curitiba. Em São José dos Pinhais, a maior demanda também é para abastecimento público, advindo de fontes superficiais em sua maioria, mas a demanda oriunda da agricultura também possui bastante relevância nesse município.

A avaliação da oferta-demanda do abastecimento urbano de água mostra que são esses mesmos municípios (Curitiba, Colombo, Araucária e São José dos Pinhais), além de Almirante Tamandaré e Fazenda Rio Grande, que requerem novo manancial para suprir sua demanda de abastecimento público até 2025.

Diagnóstico do projeto Águas do Amanhã, desenvolvido pelo Grupo Paranaense de Comunicação (GRPCom) e finalista do prêmio ANA reuniu dados e demonstrou que a bacia do Alto Iguaçu sofre com as pressões antrópicas. Possui qualidade da água que varia de medianamente poluída a extremamente poluída devido a fatores como ocupações irregulares e deficiência na cobertura de coleta de esgoto. Além desses fatores, na bacia existem áreas de risco de inundação, pressão pelo uso de mananciais e ausência de mata ciliar em diversos locais (GRPCom, 2011).

Essa pressão crescente sobre os mananciais torna cada vez mais complicada a utilização dos recursos hídricos mais próximos à mancha urbana de Curitiba. A região leste da RMC, que abriga as nascentes do Rio Iguaçu era, em 2003 o principal manancial de abastecimento da região, responsável pelo atendimento de 70% da demanda (ANDREOLI et al, 2003). Há uma expansão desordenada

da malha urbana, que vem pressionando os mananciais. Locais favoráveis à expansão urbana por estarem distantes das áreas de mananciais possuem limitações como distância da capital e geografia dos terrenos (GARCIA e SANCHES, 2009).

No entanto, quando se leva em conta o planejamento territorial em nível metropolitano tendo em conta os mananciais, há instrumentos importantes sendo aplicados na RMC, com envolvimento decisivo da COMEC, órgão coordenador metropolitano, as APAs e UTPs.

As APAs são um instrumento da política ambiental metropolitana, voltada à regulamentação do uso e ocupação do solo nas áreas de drenagem das bacias hidrográficas de mananciais de abastecimento público atual e futuro. Apesar dessa vinculação positiva, nenhuma das cinco APAs que se situam nesse contexto, do Iraí, do Piraquara, do Pequeno, do Passaúna e do Verde, possui plano de manejo, instrumento fundamental para que essas áreas cumpram com sua função de aliar as atividades humanas com a proteção aos recursos naturais. Todas elas, com exceção da APA do Rio Pequeno, possuem apenas zoneamento.

As UTPs são unidades territoriais que sofrem pressão por ocupação e estão localizadas em áreas urbanas de municípios que integram as áreas de interesse de proteção de mananciais. Fazem a transição entre áreas já consolidadas e áreas rurais e/ou de proteção ambiental. As UTPs da RMC se localizam em locais com loteamentos de alta densidade implantados (com aprovação em décadas anteriores). Nas UTPs existe a possibilidade de troca do potencial construtivo por áreas de interesse público de preservação. Na RMC existem cinco UTPs: de Campo Magro, Pinhais, Guarituba, Itaquí e Quatro Barras.

Mas a atuação em nível metropolitano na implementação desses importantes instrumentos de proteção dos mananciais de abastecimento não garante o suprimento da demanda hídrica futura na bacia do Alto Iguaçu, cujo cenário é de intensa pressão antrópica.

A degradação dos mananciais de abastecimento limita o desenvolvimento e impõe uma demanda antecipada de se buscar água em locais cada vez mais

distantes e com maior custo de implantação e operações dos sistemas (ANDREOLI, 1999).

Para proteger as áreas de mananciais que garantem o abastecimento atual na Grande Curitiba, onde se concentra a maior parte da população da metrópole, é preciso, além de monitoramento do uso do solo para evitar maior pressão sobre esses mananciais, assegurar a proteção de fontes futuras de abastecimento.

A bacia do Ribeira é uma das alternativas futuras de abastecimento hídrico na RMC. Municípios como Campo Largo, Campo Magro, Itaperuçu e Rio Branco do Sul se situam total ou majoritariamente nesta bacia e apresentam mais de 90% de seu território abrangido por Áreas de Proteção aos Mananciais.

O uso dos recursos existentes na bacia do Ribeira para abastecimento urbano da metrópole já tem sido discutido há décadas. Na década de 1990 foi proposta a elaboração de estudos visando o uso múltiplo do Reservatório de Tijucu Alto - Bacia do Alto Ribeira em Adrianópolis para esta finalidade, chamado Projeto Alto Ribeira (COMEC, 1999), inclusive com o risco de graves impactos ambientais (URBAN, 2003).

O Plano das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira apontou, em 2007 (SUDERHSA, 2007), a relevância futura de rios localizados na bacia do Ribeira para abastecimento urbano, como a bacia do Açungui, na região de Campo Largo. No entanto, é relevante ressaltar que as dimensões dos reservatórios implicarão em grandes impactos ambientais e sociais, além de envolverem dificuldades técnicas e altos custos operacionais, devido a fatores como a distância da região polo e relevo altamente acidentado, com vales profundos e muita vegetação.

Além do potencial hídrico existente na bacia do Ribeira para abastecimento público da Grande Curitiba, as fontes subterrâneas de água na RMC possuem bastante relevância.

No contexto da RMC, o aquífero Carste, ou Karst, é considerado uma área de interesse para abastecimento público e, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (2009d), representa uma alternativa para o abastecimento de parte da RMC, possuindo ótima qualidade para consumo

humano e apresenta alta produtividade na irrigação. Os municípios que estão sobre o Karst são abastecimentos com águas subterrâneas. No entanto, sua exploração exige cautela devido à vulnerabilidade do aquífero em relação ao uso de defensivos agrícolas na região (PARANÁ, 2009d). Esse aquífero é considerado uma área de interesse de mananciais.

No entanto, este estudo demonstrou que muitos municípios localizados na região do Carste e/ou que fazem parte da bacia do Ribeira estão em situação preocupante em relação ao seu capital natural, com necessidade de adoção de medidas como a criação de novas unidades de conservação.

Como foi visto, houve perda de vegetação nativa em praticamente toda a RMC e os municípios que mais perderam florestas estão localizados na bacia do Ribeira, na porção noroeste da RMC: Cerro Azul, Doutor Ulysses e Rio Branco do Sul. Na avaliação do status do capital natural feita para a RMC, esses municípios, bem como toda a porção norte da região, necessita de atenção prioritária pela tendência de diminuição significativa de vegetação associada a outros fatores, como extensa área de mananciais e de áreas estratégicas para conservação, ausência ou insuficiência na proteção de remanescentes em UCs e/ou aumento da área com agropecuária.

Já se sabe que proteger a biodiversidade e a vegetação natural, especialmente em áreas de interesse para abastecimento urbano é muito importante, pois os ecossistemas previnem a poluição dos recursos hídricos, reduzem a erosão e previnem inundações. Esses são fatores que ajudam na provisão de água potável (CDB, 2015).

A situação na RMC demonstra uma tendência de degradação do capital natural e consequente comprometimento na provisão de água em longo prazo na RMC, quando se considera os municípios da bacia do Ribeira de uma forma geral. Manter a integridade dos ecossistemas na região é fundamental para garantir a provisão de recursos hídricos nesta bacia.

Existem outras pressões sobre a provisão futura de água ao chamado Núcleo Urbano Central (NUC) da RMC, composto por municípios como Curitiba, São José dos Pinhais, Colombo e Araucária. Os assentamentos precários são um deles. Sua existência implica em impactos como precariedade no saneamento,

com consequente poluição dos mananciais, desmatamento, além de aumento no risco de enchentes. No contexto da bacia do Ribeira e das áreas de proteção aos mananciais, o município de Rio Branco do Sul se destaca por possuir cerca de 35% de assentamentos precários em relação ao total de domicílios, embora esteja integralmente em área de mananciais. Outros municípios da bacia inseridos majoritariamente em áreas de mananciais também sofrem essa pressão, como Itaperuçu (19,8%) e Campo Magro (19,6%). Doutor Ulysses, Tunas do Paraná e Cerro Azul são municípios que também fazem parte da bacia e, embora tenham apenas uma parte de seus territórios abrangida por áreas de proteção aos mananciais, estão entre os mais preocupantes em proporção de assentamentos precários: 100% nos dois primeiros e 67,2% em Cerro Azul.

Outra pressão é a atividade de mineração, que ocorre em 22 dos 29 municípios da RMC, mas em geral em pequena escala. O município de Rio Branco do Sul é o que possui a maior área de mineração na RMC: são 113,2 hectares, o que corresponde a 58% de toda a área de mineração da região. As áreas com mineração se referem a extração mineral de grande porte, com existência de clara exposição do solo por ação de maquinário pesado. Destacam-se também, na bacia do Ribeira, os municípios de Fazenda Rio Grande e Itaperuçu por suas atividades de mineração. Sabe-se que a mineração pode ter impacto negativo sobre os recursos hídricos e considerando a importância da região como potencial futuro de utilização do serviço ecossistêmico de provisão de água para a metrópole, é necessária atenção e monitoramento desse tipo de atividade na região.

Para além dos fatores relacionados ao uso do solo que causam pressão sobre os mananciais e, consequentemente, à provisão de água para a metrópole, o uso de agrotóxicos, o esgoto não tratado e a disposição inadequada de resíduos sólidos podem comprometer a qualidade dos recursos hídricos. Na bacia do Ribeira, chama a atenção a elevada proporção de estabelecimentos que utilizam agrotóxicos no município de Campo Magro (49,2%), embora o município esteja 100% em áreas de proteção aos mananciais, sendo grande parte da bacia do Ribeira. Doutor Ulysses e Cerro Azul também possuem áreas de proteção aos mananciais e lideram no uso de agrotóxicos por estabelecimento na bacia: 71,1% e 50%, respectivamente.

A bacia do Alto Iguaçu, já altamente impactada por diversos fatores, alguns já mencionados, também chama a atenção em relação ao uso de agrotóxicos. A porção sudeste da RMC, além dos mananciais da bacia do Ribeira, se configura como uma região de potencial hídrico para o abastecimento da metrópole. Tijucas do Sul possui significativa proporção de áreas de mananciais e tem 44,4% dos estabelecimentos com uso de agrotóxicos. Piên (87,2%), Rio Negro (86,6%) e Quitandinha (85,2%) também possuem porções significativas de áreas de proteção aos mananciais e os três lideram no uso de agrotóxicos em termos de proporção de estabelecimentos que fazem uso desse tipo de substância.

Inclusive, o Plano de recursos hídricos da bacia do Alto Iguaçu (SUDERHSA, 2007) apontou a significativa produção agropecuária na região como um fator que dificultaria a captação na bacia do Rio da várzea, considerada uma fonte importante para abastecimento futuro da RMC.

Quanto ao tratamento de esgoto, na RMC, dos 22 municípios para os quais há dados disponíveis, apenas Curitiba (93%), Piraquara (80,5%) e Pinhais (80,1%) estavam em situação adequada de tratamento de esgoto, em 2016.

O município em pior situação é Cerro Azul, que apresenta tratamento de esgoto referido à água consumida de apenas 1,4%. Em seguida vem Itaperuçu, com 15,8% de tratamento de esgoto, cuja atenção para o problema de saneamento deve ser uma prioridade, considerando sua relevância hídrica. Quitandinha (22,5%) e Mandirituba (25,3%) também estão em situação precária nesse sentido.

Já com relação à coleta de resíduos sólidos, nota-se na RMC uma maior cobertura nos municípios com características mais urbanas, como Colombo, Curitiba, Pinhais que possuem 100% da população com acesso ao serviço. Os piores colocados na RMC são os municípios de Cerro Azul, com 39,2% de coleta, Mandirituba, com 43,5% e Agudos do Sul, com 49,6%, todos com relevância potencial para a provisão de água.

As pressões antrópicas geradas sobre os recursos hídricos da RMC demandam atenção e monitoramento, além de ação fiscalizatória e adoção de medidas que garantam a proteção desses recursos e a provisão de água para a metrópole, como soluções baseadas na natureza e infraestrutura verde. É preciso

intensificar também a implementação de iniciativas de pagamento por serviços ambientais na região, visando a proteção dos recursos hídricos. A RMC já apresenta diversas ações nesse sentido.

O ICMS Ecológico, instrumento já mencionado, embora não seja denominado formalmente como pagamento por serviços ambientais, se configura como tal, pois trata do repasse de recursos financeiros aos municípios que abrigam em seus territórios Unidades de Conservação ou áreas protegidas, ou ainda mananciais para abastecimento de municípios vizinhos. Metade dos recursos repassados pelo ICMS Ecológico é destinado para municípios que tenham em seu território Manancial de Abastecimento de Água, cuja água se destina ao abastecimento da população do município vizinho.

Há outros municípios, no entanto, que têm se beneficiado do repasse de ICMS devido aos mananciais, como Piraquara, Campo Magro e São José dos Pinhais, que receberam em 2017, respectivamente, R\$23.607.257,81, R\$ 10.766.454,76 e R\$ 9.160.783,00. Os três municípios possuem relevância no abastecimento da área urbanizada da RMC.

Em tese, os recursos devem ser utilizados em ações de conservação da biodiversidade e preservação dos mananciais, mas a aplicação efetiva desses repasses em ações desta natureza não é certa. A SPVS (2018, p. 15) afirma que “pouco do valor recebido pelas prefeituras é investido nas áreas naturais que representam a fonte dos recursos”.

E há ainda, municípios que poderiam receber recursos, mas ainda não perceberam esse potencial. Itaperuçu possui, como já foi mencionado, 100% de seu território em áreas de mananciais. No entanto, o município não recebeu nenhum repasse de ICMS Mananciais. O mesmo ocorre em Agudos do Sul, que possui 99,3% de seu território em área de mananciais, Piên, com 82,3%, e Doutor Ulysses, com 36,4%, mas nenhum recebe repasses.

O repasse do ICMS Ecológico a esses municípios poderia fortalecer e catalisar ações de proteção dos recursos hídricos, se bem aplicados. Itaperuçu apresenta muita relevância hídrica, mas sofre com pressões como os assentamentos precários, a atividade de mineração e a deficiência no tratamento de esgoto.

Em termos de pagamento por serviços ambientais voltadas aos recursos hídricos na RMC, a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) do Paraná vem desenvolvendo projetos piloto de PSA para conservação dos recursos hídricos na Bacia do Rio Piraquara, no município de Piraquara, na Bacia do Rio Miringuava, em São José dos Pinhais e Bacia do Rio São Cristóvão, em Castro (este não faz parte da RMC).

As ações da SEMA são respaldadas na Lei Estadual n. 17134/2012, que Institui o Pagamento por Serviços Ambientais, regulamentada pelo Decreto Estadual n. 1591/2015, que estabelece como uma das modalidades de PSA a Conservação dos Recursos Hídricos.

Além de serem alvo desses projetos piloto da SEMA, Piraquara é um município que se destaca em relação ao pagamento por serviços ambientais na região, sendo o mais avançado em termos legais com a Lei Municipal n. 1405/2014, que institui o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Decreto 4808/2016 que o regulamenta. Além disso, a prefeitura lançou o Projeto Manancial Vivo, desenvolvido em 2015 (foi instituído um Fundo Municipal de Serviços Ambientais, pela Lei Municipal 1.540/2015) em parceria com a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) e a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGBPN). O objetivo é estimular os proprietários a conservar a natureza, aliada às atividades de turismo e agropecuária. Já foi realizado um diagnóstico de propriedades aptas a aderirem ao programa e assinado um acordo de cooperação técnica entre a prefeitura e a SEMA, Sanepar e Instituto Águas Paraná, em 2018.

7.3. O serviço ecossistêmico de provisão de alimentos na RMC – demanda, oferta e pressões

A expansão da agricultura é um vetor direto de cerca de 80% do desmatamento no mundo e a causa dominante das mudanças no uso do solo (HOSONUMA et al., 2012), além de contribuir para a emissão de gases de efeito estufa devido às mudanças no uso do solo (PAUSTIAN et al, 2006).

A produção agropecuária como um indicador de serviço ecossistêmico traz à tona a discussão sobre o que delimita o que é um serviço ecossistêmico e o que é um serviço ambiental. Há autores apontando a dificuldade de mensurar o papel do ecossistema na produção agrícola intensiva, como o Burkhard et al. (2014) e o Lautenbach et al. (2011), embora a agricultura tenha sido considerada em outros estudos como serviço de provisão, com base em uma definição mais geral sobre produção de alimentos como serviço ecossistêmico (LAYKE et al, 2009/MEA, 2005). Esta é a visão adotada nesta tese, principalmente por conta da limitação dos dados.

Quando se analisa a área com agropecuária, como capital natural a partir do qual flui o serviço ecossistêmico de provisão de alimentos, em toda a RMC, em 2017, a área com agropecuária corresponde a apenas 3,9% de toda a área com agropecuária do Estado do Paraná. Apesar da baixa expressividade em comparação com o Estado, ao se analisar a área com agropecuária como proporção da área total do território de cada município, é possível identificar que os municípios da porção sudoeste da RMC possuem grande parte de seu território voltado a esse uso do solo, embora em números absolutos a maior área esteja nos municípios de Lapa, no sudoeste, Cerro Azul, extremo norte e Campo Largo, a oeste da RMC. A tendência, no entanto, é de diminuição na área com agropecuária em grande parte da RMC, em 22 municípios dos 29 que a compõem.

Embora diversos municípios da RMC sejam, em alguma medida, fornecedores do serviço de provisão de alimentos, a produção agrícola da região, de 1.903.082 toneladas por ano (em 2017), também é pequena se comparada à produção agrícola total do Paraná em 2017, de mais de 87 milhões de toneladas/ano, representando apenas 2,2% da produção do Estado.

Apesar da produção agrícola pequena em comparação com o Paraná, observou-se, como esperado, que o consumo de alimentos é maior nos municípios que compõem a mancha urbana da RMC, tanto vegetal quanto animal. Curitiba, Colombo e São José dos Pinhais, municípios mais populosos, são os maiores consumidores de alimentos vegetais e animais. Curitiba sozinho era responsável, em 2008, por 55,2% de todo o consumo tanto vegetal quanto

animal na RMC. O consumo estimado em Curitiba, em 2008, foi de 255.870,73 toneladas de alimentos in natura.

O consumo de alimentos é considerado aqui um indicador de demanda do serviço ecossistêmico de provisão de alimentos. Embora o consumo de alimentos esteja relacionado a fatores diversos, como renda, no contexto da pesquisa esse indicador é relevante por apontar, de forma aproximada, qual é a demanda de alimentos cuja provisão advém de sistemas naturais ou seminaturais (por isso não entram os alimentos processados).

Os municípios com maior produção agrícola em 2017 foram Lapa, Cerro Azul, Araucária e Contenda, todos situados na porção sudoeste da RMC, com exceção de Cerro Azul, que fica no extremo norte.

O sul da RMC também é a porção onde há maior produção pecuária. O município de Mandirituba foi responsável, sozinho, por 42% de toda a produção na RMC em 2017. Outros dois municípios de destaque na produção animal são Lapa (17,4%) e Rio Negro (10%). Assim como no caso da produção agrícola, a RMC produziu pouco em comparação com o Estado, em 2017: foram 15.577.453 unidades de animais (dentre os que foram contabilizados na pesquisa), o que corresponde a 3,9% da produção do Estado do Paraná. Além disso, entre 2001 e 2017 nota-se um declínio na produção animal na RMC.

Em relação à pecuária, embora não seja uma atividade forte na RMC, ressalta-se o impacto negativo que pode ter sobre os recursos hídricos e a biodiversidade. Em Mandirituba, o maior produtor na região e em Campo Magro, que teve aumento na produção entre 2001 e 2017, há quase todo o território municipal, no primeiro caso e 100% do território, no segundo caso, em área de proteção aos mananciais. Dentre os impactos que a pecuária pode causar estão perda de habitats, emissão de GEE, degradação do solo e poluição (MACHOVINA et al., 2015).

Em relação à agricultura, Contenda se destaca por, além de ter produção elevada em comparação com a maioria dos municípios da RMC, ter tido um aumento na produção de 145,5% em 2017, em relação à 2001, sendo o segundo município com maior aumento. A produção agrícola dos outros quatro municípios

que mais produzem também aumentou, em menor grau: Contenda 145,5%, Lapa 55,5%, Cerro Azul 45,5% e Araucária, 39,9%, em relação a 2000.

O município de Agudos do Sul, embora não esteja entre os maiores produtores agrícolas da região, se destacou por ter tido a maior tendência de aumento na produção agrícola. Foram 161,2% a mais do que 2001. Piraquara também teve um dos maiores aumentos na produção (128,5%), mas possui produção inexpressiva em relação a grande parte da RMC.

Quando se compara a área com agropecuária e a produção agrícola nesses municípios que se destacaram em produção anual e/ou aumento na produção entre 2001 e 2017, infere-se que houve aumento na produtividade agrícola nos municípios de Contenda, Agudos do Sul, Lapa, Araucária e Piraquara, já que apresentaram expressivo aumento produtivo e, apesar disso, diminuição na área com agropecuária (variando entre 3,7 e 14,3%).

Em Doutor Ulysses e Rio Branco do Sul houve aumento de mais de 20% em 2017, em relação a 2001, na área com agropecuária. No entanto, em ambos os municípios a produção agrícola diminuiu mais de 40% no período. Esse cenário pode ter relação, em parte, com o aumento em mais de 50% na produção animal em Rio Branco do Sul e 14% em Doutor Ulysses.

Cerro Azul, por sua vez, apresenta um cenário preocupante. Foi o município com maior aumento na área com agropecuária (mais de 60% entre 2001 e 2017) e teve aumento de 45,5% na produção agrícola, e foi o município que mais perdeu vegetação nativa nos últimos anos. Lapa e Campo Largo também apresentaram considerável perda de floresta nativa e são importantes produtores agrícolas na RMC.

Ainda que em Lapa a perda de vegetação nativa não esteja associada ao aumento da área com agropecuária, a degradação das áreas com maior biodiversidade, ainda que por outros fatores (no caso de Lapa um deles é o aumento na área com floresta plantada) impactam na provisão de alimentos. A integridade de bacias hidrográficas contribui para a regulação do ciclo da água e garante disponibilidade e qualidade hídrica para as atividades agrícolas.

As matas ciliares ajudam a reduzir o escoamento de nutrientes e substâncias químicas oriundas da agricultura, garantindo melhor qualidade da água e a vegetação, de forma geral, mantém a regulação do clima local, o que inclui o regime adequado de chuvas. Essas funções ajudam a garantir segurança hídrica tanto para a agricultura quanto para a pecuária. Assim, manter a biodiversidade é fundamental para garantir segurança alimentar de forma sustentável (CDB, 2015).

Em suma, na RMC a produção agropecuária é mais expressiva na porção sul. Os municípios de Lapa, Contenda, Araucária e Cerro Azul são os maiores produtores agrícolas e Mandirituba, seguido de Lapa e Rio Negro, os maiores produtores pecuários, ainda que atividade não seja muito significativa na região.

Há uma demanda intensa de consumo de alimentos nos municípios mais populosos, Curitiba, Colombo e São José dos Pinhais. Embora não se saiba ao certo o fluxo de escoamento da produção agrícola na RMC, é certo que parte dessa produção, especialmente de hortifrúti, segue para a Grande Curitiba.

Para além do aspecto da demanda por alimentos *in natura* se concentrar na mancha urbana, devido à concentração de população, há uma demanda com viés social que advém da existência de municípios em que existe insegurança alimentar e nutricional. Embora existam diversos fatores que influenciem na segurança alimentar e nutricional, principalmente sociais e conjunturais, independentemente das razões que levam à insegurança alimentar, a existência dessa insegurança indica a demanda por alimentos saudáveis e *in natura*.

Além disso, esse indicador, que classifica os municípios quanto ao seu nível de vulnerabilidade (muito alta, alta e média vulnerabilidade) alimentar e nutricional, aponta que há uma demanda social que não está sendo suprida, não pela falta de alimentos, mas por uma distribuição desigual daquilo que é produzido. Mandirituba produz mais de 50% de toda produção pecuária na RMC, mas está em situação de alta vulnerabilidade alimentar e nutricional. Lapa, Contenda, Araucária e Cerro azul, embora sejam os maiores produtores agrícolas na RMC, possuem população em média vulnerabilidade alimentar e nutricional.

Além dessas disparidades e injustiças socioambientais, a situação da segurança alimentar e nutricional na RMC é relativamente preocupante, pois são 14

municípios com média vulnerabilidade e 2 com alta vulnerabilidade, somando 16 municípios vulneráveis, dentre 29, o que responde a mais da metade da RMC.

Se por um lado o aumento na produção agrícola garante provisão de alimentos a uma demanda sempre crescente, há também um incremento no uso de água e produtos químicos como agrotóxicos e fertilizantes, quando se trata de sistemas convencionais de produção. Além disso, há geralmente expansão da área cultivada e redução de florestas (ANDRADE e ROMEIRO, 2009). Esse processo é o que a literatura científica chama de *tradeoff*, quando a provisão de um serviço ecossistêmico impacta negativamente na provisão de outros serviços.

Assim, quanto menos área uma produção agrícola demandar e mais se adotar sistemas de produção agroecológicos e orgânicos, menor o impacto que esses sistemas terão sobre o capital natural.

Na RMC, o indicador de proporção de estabelecimentos que utilizam agrotóxicos aponta para um uso bastante elevado dessas substâncias na região. O destaque no uso de agrotóxicos são os municípios da porção sudoeste da RMC, entre os quais estão os maiores produtores agrícolas da região, como já foi apontado: Lapa, Contenda e Araucária. Outros municípios do sul, embora em alguns casos apresentem produção mais tímida, também possuem elevada proporção no uso dessas substâncias, como Quitandinha, Piên e Rio Negro, acima de 70% em todos os municípios citados.

O que é altamente relevante nessa análise é que todos esses municípios nos quais o uso de agrotóxicos é elevado apresentaram significativo aumento na produtividade agrícola entre 2001 e 2017, com redução ou relativa estabilização na área com agropecuária e elevado aumento na produção agrícola.

Tem-se, assim, dois aspectos antagônicos sobre esse cenário. Por um lado, houve um aumento na produção agrícola de alguns municípios e ampliação em sua capacidade de provisão de alimentos, sem avançar de forma intensa sobre áreas de floresta nativa e, por outro, há um uso intensivo de agrotóxicos nesses municípios. Se ganha por um lado, se perde por outro.

De fato, esse cenário pode ser explicado pela intensificação da agricultura, que permitiu o aumento na produtividade a preços mais baixos, diminuindo a demanda por área agrícola (EVENSON e GOLLIN, 2003), mas levou a excessiva degradação dos recursos hídricos devido a substâncias como os fertilizantes e os agrotóxicos (SMITH, 1999), perda genética devido às monoculturas (FAO, 2010) e maior suscetibilidade à pragas agrícolas (ZHU et al., 2000).

Nesse sentido, é relevante questionar como garantir produtividade agrícola sem avançar a fronteira agrícola e sem impactar negativamente o ambiente com substâncias altamente poluidoras, empobrecimento do solo, etc.

Nesse contexto, têm surgido novas tecnologias para produção mais sustentável, como a agricultura de precisão (BEDDINGTON, 2010), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), desenvolvida pela Embrapa, o Sistema de Plantio Direto (SPD) e a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). No entanto, a questão da agricultura sustentável é complexa e para funcionar é necessário que seja gerenciada de forma sistêmica. O aumento na biodiversidade associado à agricultura gera benefícios tanto à biodiversidade em si quanto à provisão de alimentos (EKROOS et al., 2014).

Na RMC, algumas iniciativas têm surgido nesse sentido, mas ainda são muito pontuais. Em alguns municípios foram firmados contratos no âmbito do Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC, um plano federal elaborado de acordo com o artigo 3º do Decreto nº 7.390/2010 e que tem por finalidade a organização e o planejamento das ações a serem realizadas para a adoção das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de responder aos compromissos de redução de emissão de GEE no setor agropecuário assumidos pelo país.

O Plano ABC é composto por seis programas voltados às tecnologias de mitigação e um programa com ações de adaptação às mudanças climáticas, dentre as quais iLPF, SPD e FBN.

A área abrangida pelos programas do Plano ABC é ainda pequena, se comparada à estimativa de área voltada à agropecuária nos municípios da RMC.

No entanto, mesmo ações pontuais podem auxiliar a diminuir o impacto da agricultura sobre o ambiente.

O SPD é um conjunto de processos tecnológicos de agricultura conservacionista, que se baseia em práticas como a redução do revolvimento do solo, cobertura do solo com palhada (resíduos vegetais) ou plantas vivas e diversificação de culturas (MMA, 2017c).

Dos 29 municípios da RMC, 11 recebem algum apoio do Plano ABC. O município de Lapa é o segundo da RMC a ter maior área abrangida pelo Plano ABC. Não obstante, sendo o município com maior área voltada à agropecuária (111606 ha), os 985,7 ha abrangidos correspondem a uma proporção bem pequena do total.

O programa mais implantado na RMC é o de Florestas Plantadas, que no contexto da produção de alimentos não possui relevância, mas representa uma fonte de renda que contribui com a diminuição das emissões de GEE. Os demais programas são mais pontuais (SPD/RPD/ILPF). Balsa Nova e Tijucas do Sul estão implantando o programa de Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD), que visa recuperar e aumentar a produtividade de pastagens (por meio de substituições de novas espécies forrageiras ou seu restabelecimento, por exemplo), contribuindo com a redução de emissões de GEE e promovendo um aumento significativo na produção de biomassa e, conseqüentemente, na capacidade de suporte dessas pastagens (MMA, 2017b).

O programa de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta está sendo aplicado em Cerro Azul, mas em pequena escala. O ILPF é uma estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área, de forma consorciada, para atingir maior produtividade, qualidade ambiental e competitividade (MMA, 2017a).

Iniciativas como essas podem ser replicadas e ampliadas, visando um menor impacto ambiental da produção agrícola na RMC. Além da transferência de crédito, o Plano ABC no Paraná tem como principais ações a transferência de tecnologia e capacitação a técnicos e produtores. Já foram realizadas diversas reuniões técnicas, cursos e seminários (na RMC já ocorreram eventos em Curitiba e Quatro Barras).

Além das tecnologias de produção sustentável, a agricultura orgânica tem sido apontada como uma alternativa benéfica tanto para o ambiente quanto para a saúde.

Do ponto de vista dos serviços ecossistêmicos, quanto mais orgânica for uma produção agrícola/pecuária, mais intenso é o papel dos ecossistemas na provisão dos alimentos. Por outro lado, quanto mais intensiva a agricultura, mais ela depende de insumos artificiais e manejo humano para esta provisão.

Faltam dados atualizados sobre a produção orgânica na RMC. No entanto, a partir da série histórica existente, que abrange os anos de 2004 a 2009, verifica-se que, embora pequena em comparação com a produção agrícola total na região, a RMC, somada à região do litoral do Estado do Paraná, foi responsável por mais de 60% de toda a produção orgânica estadual (IPARDES, 2007). Se considerada apenas a RMC, em 2004, sua produção correspondeu a 34,5% de toda a produção do Estado.

Os municípios da RMC com maior produção em 2009 foram Colombo e São José dos Pinhais, responsáveis por 68% de toda a produção na região. Almirante Tamandaré e Araucária são destaque também. As áreas de cultivo concentram-se nos municípios do entorno de Curitiba, o cinturão verde da metrópole. Segundo o IPARDES (2007), a principal produção orgânica na região corresponde a hortaliças. Praticamente toda a produção é escoada para o município de Curitiba, onde se concentra grande parte da população da RMC.

A situação de Araucária se destaca por ser tanto um município com elevada proporção de estabelecimentos com uso de agrotóxicos quanto pela produção orgânica (em comparação com a maior parte dos municípios da RMC). Quando se analisa as tendências, Araucária foi o município que sofreu o maior aumento na produção orgânica, entre 2004 e 2009, com mais de 1300% de aumento em relação a 2004.

Almirante Tamandaré teve um aumento de 87,4% em relação ao mesmo ano. Colombo, o município com maior produção orgânica em 2009, apresentou aumento de 100%. Outros destaques nas tendências positivas foram Bocaiúva do Sul (250%) e Campo Magro (168%).

O cenário em Colombo, que além de ter sido o maior produtor de orgânicos em 2009 na RMC ainda teve um aumento substantivo tanto em termos de produção quanto em área, em comparação com 2004, reflete a adoção de políticas de incentivo à produção orgânica e reforçam o papel que ações desta natureza podem desempenhar na proteção do capital natural: a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do município de Colombo tem oferecido incentivos e subsídios aos produtores orgânicos visando diversificar o potencial agrícola da região e ofertar alimentos livres de agrotóxicos em comércios locais, entidades e escolas (COLOMBO, 2017).

São José dos Pinhais, apesar de ter sido o segundo maior produtor em 2009, sofreu uma diminuição discreta na produção entre 2004 e 2009 (8,7%) e Lapa, por outro lado, foi o município com maior queda na produção no período (57% a menos em 2009, em relação a 2004). Em Lapa também houve perda expressiva de área voltada à agricultura orgânica entre 2004 e 2009, embora fosse em 2004 o município com maior área orgânica.

É necessário que políticas de incentivo à produção orgânica sejam aplicadas nos diversos municípios da RMC, como ocorreu com Colombo, para que o impacto da produção orgânica sobre o capital natural seja minimizado, garantindo não apenas a conservação dos recursos naturais, mas também a provisão de alimentos a longo prazo.

Seria recomendável que a produção orgânica, localizada principalmente no cinturão verde de Curitiba, nos municípios contíguos à área urbanizada da metrópole, se expandisse para os demais municípios, especialmente aqueles com maior produção agrícola, que inclusive utilizam agrotóxicos de forma intensiva, caso de Lapa, por exemplo.

7.4. A regulação climática global – demanda, oferta e pressões

O clima na Terra tem sofrido modificações importantes desde a década de 1950, com aumento da temperatura por todo o planeta e aumento no nível dos oceanos, aumento de chuvas nas regiões que já são bem providas de chuvas e diminuição nas regiões que hoje já sofrem com a escassez de água, além de

aumento na frequência e intensidade de eventos extremos, como furacões, inundações e secas prolongadas (IPCC, 2007, 2014).

As atuais mudanças climáticas são decorrentes principalmente do aumento da concentração de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, principalmente o CO₂. Esse gás é absorvido diretamente pela água e indiretamente pela vegetação, levando ao estoque de carbono na biomassa e no solo como matéria orgânica e à consequente regulação climática (TEEB, 2010).

As florestas tropicais são grandes reservas de carbono. Alterações no estoque de carbono presente no solo e na vegetação, em decorrência das mudanças no uso do solo, podem influenciar na fixação de carbono e nas emissões de GEE (VIEIRA et al., 2008).

Na RMC predomina a Floresta Ombrófila Mista, uma fisionomia da Mata Atlântica. O cálculo estimado de estoque de carbono para a região aponta, como esperado, que os municípios com maior área e vegetação nativa são os provedores chave do serviço de estoque de carbono. Na RMC se destaca a porção norte, principalmente o município de Adrianópolis, e também os municípios de Campo Largo, Lapa, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul.

Além do carbono estocado em floresta nativa, as florestas plantadas também representam uma fonte de carbono, ainda que temporária. Também há diversos municípios a noroeste com floresta plantada: Cerro Azul, que lidera em termos de área e Doutor Ulysses, Rio Branco do Sul e Tunas do Paraná. Ao sul, Lapa e Rio Negro são os que possuem maior área de floresta plantada.

Os municípios que mais perderam estoque de CO₂ de floresta nativa entre 2000 e 2017 se localizam justamente na porção noroeste da RMC: Cerro Azul, que perdeu 2.418.988 t/CO₂, Rio Branco do Sul, 1.963.316 t/CO₂ e Doutor Ulysses, 1.547.560 t/CO₂.

Esses são justamente os municípios com pior IDH na RMC. Essa relação tem sido relatada na literatura científica: altas taxas de desmatamento estão associadas com baixo IDH e elevado aumento populacional (JHA e BAWA, 2006).

Houve perda no estoque de CO₂ em quase toda a RMC, menos em Balsa Nova (230.971,2 t), Contenda (38658,71 t), Pinhais (11.879,81 t) e Araucária (10.709,98 t).

Quando se analisa as tendências entre 2000 e 2017 para floresta plantada, verifica-se que em praticamente todos os municípios da RMC houve aumento substancial na área com floresta plantada, com exceção de Adrianópolis. Assim, a floresta plantada em tendência de aumento pode compensar, de alguma maneira, o estoque de carbono em floresta nativa que tem sido perdido nas últimas décadas, mas não o substitui em longo prazo.

O relatório anual do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2018) *Emissions Gap Report* de 2018 analisa os recentes estudos sobre as emissões atuais e futuras e compara com os níveis de emissão aceitáveis para que se atinja as metas do Acordo de Paris. A lacuna de emissões, como a ONU chama, representa a diferença entre onde provavelmente chegaremos com as políticas de corte de emissões atuais e onde precisamos chegar para evitar os impactos das mudanças climáticas.

O relatório mostrou uma situação ainda mais preocupante do que em anos anteriores. Essa lacuna de emissões, ao invés de diminuir progressivamente, cresceu. É preciso triplicar a velocidade de redução de emissão de GEE até o ano de 2030 para evitar um aquecimento global de até 2°C, meta definida no Acordo de Paris. Para se atingir meta ainda mais ambiciosa, de não ultrapassar 1,5°C de aquecimento, é preciso que a velocidade na redução de emissões seja cinco vezes maior que a atual (UNEP, 2018).

Mesmo se as metas atuais forem cumpridas, o aquecimento global poderá chegar a 3°C até 2100. Dentre os países do G20, o Brasil é um dos três países (junto com China e Japão) que estão no caminho para alcançar as metas propostas. Mas é preciso tornar as metas mais ambiciosas e ampliar a efetividade das políticas climáticas para atingir as metas do Acordo de Paris (UNEP, 2018).

Para isso, o relatório chama atenção para o importante papel dos atores subnacionais e não governamentais (NSA), incluindo governos locais e regionais na implementação das políticas e alcance das metas. O potencial de redução de

emissões por parte desses atores pode ser significativo, permitindo a adoção de metas mais ambiciosas (UNEP, 2018). As regiões metropolitanas brasileiras podem e devem desempenhar papel ativo na redução de emissões.

No caso da RMC, o município de Curitiba já possui inventário de GEE e tem adotado políticas climáticas. Curitiba foi uma das cidades selecionadas em 2013 para o Projeto Promovendo Estratégias de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono em Economias Emergentes (UrbanLEDS) em parceria com o ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, ONU –HABITAT e financiado pela Comissão Europeia. O UrbanLEDS tem como objetivo apoiar a promoção do desenvolvimento urbano inclusivo de baixa emissão de carbono em economias em desenvolvimento. O projeto adota a metodologia *Green Climate Cities* para acompanhar as cidades participantes, que tem com uma das etapas a realização de inventários de GEE, o que culminou com a elaboração do 2º Inventário de Gases de Efeito Estufa da cidade de Curitiba (ICLEI, CURITIBA, 2015).

O Inventário de GEE de Curitiba (ICLEI, CURITIBA, 2015) mostrou que o transporte é o setor que mais emite gases no município, respondendo por 75% das emissões em 2013, seguido do setor resíduos (14%) e energia estacionária (11%). Além de orientar ações para redução de emissões na cidade, o inventário de Curitiba visou contribuir para atingir a meta nacional de redução de GEE.

Além de Curitiba, é preciso que outros governos locais da RMC se unam nesse esforço, visando a mitigação, adaptação às mudanças climáticas e a redução da vulnerabilidade.

O envolvimento dos municípios que mais emitem carbono é fundamental, mas é preciso unir esforços em todos os níveis para que os municípios ao redor da mancha urbana mantenham os estoques de carbono presentes na vegetação nativa. As variações nesses estoques podem, a longo prazo, ter consequências sobre a regulação climática em escala global, gerando impactos sobre as cidades de uma forma geral, mas principalmente onde a vulnerabilidade às mudanças climáticas é maior.

Paradoxalmente, muitos dos municípios que se caracterizam pelo alto estoque e baixa emissão de carbono são alguns dos mais vulneráveis às mudanças climáticas. Há expressivo estoque de carbono na porção norte da RMC,

justamente onde há os piores índices de vulnerabilidade. Doutor Ulysses, Cerro Azul, Adrianópolis e Tunas do Paraná são os mais vulneráveis. Dentre esses municípios mais vulneráveis, Adrianópolis se destaca por ser o município que mais estoca CO2 devido à floresta nativa.

Outros municípios que se destacam em relação à vulnerabilidade são Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Bocaiúva do Sul, Piraquara, Mandirituba e Agudos do sul.

Fatores que agravam a situação de vulnerabilidade em alguns municípios ao norte são a pobreza extrema e o IDH. Doutor Ulysses, além de ser bastante vulnerável às mudanças climáticas, é também o município com maior proporção de pessoas em pobreza extrema: são 19% nessa situação. Cerro Azul e Adrianópolis, também bastante vulneráveis, possuem 11,2% e 8,2% da população nessa situação, respectivamente. Este último, Adrianópolis, ainda tem o agravante de ser o município mais desigual da RMC, quando se leva em conta o Índice de Gini da Renda per capita, atrás apenas de Curitiba.

Quanto ao IDH, embora tenha havido substantiva melhora entre 2000 e 2010 em toda a RMC, Doutor Ulysses, Cerro Azul e Rio Branco do Sul são os únicos que ainda apresentam IDH baixo. Assim, em Doutor Ulysses e Cerro Azul há uma sobreposição negativa de fatores, vulnerabilidade às mudanças climáticas, IDH baixo e pobreza extrema significativa, o que impacta na qualidade de vida. Apesar disso, a desigualdade em Cerro Azul apresentou redução entre 2000 e 2010.

Os resultados do estudo iniciado em 2014 pelo MMA e Fundação Oswaldo Cruz, que resultaram na construção dos índices de vulnerabilidade aqui apresentados mostram que, na RMC e na capital a temperatura poderá aumentar mais de 3°C no período de 2041 a 2070 e o número de dias seguidos sem chuva pode aumentar até 30%. Em todos os municípios paranaenses pode haver aumento na quantidade de eventos extremos e de doenças por causa da elevação da temperatura e da consequente proliferação de vetores, além de diminuição da biodiversidade, pelas alterações nos ciclos reprodutivos de plantas e animais e efeitos na agricultura, principalmente em locais mais quentes e com menos chuva (PARANÁ, 2016).

Políticas públicas relacionadas à mudança do clima estão em andamento no Estado do Paraná. Já em 2008, antes de ser promulgada a política federal de mudanças climáticas, foi criado o Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas Globais (Lei Estadual n. 16.019/2008) cujo regulamento foi aprovado no ano seguinte, em 2013 (Decreto n. 7.520/2013). O objetivo do fórum é promover a articulação das ações de enfrentamento das mudanças climáticas no âmbito estadual com aquelas praticadas nas esferas nacional e municipal, sejam públicas ou privadas. A partir desse Fórum, criou-se a Coordenadoria de Mudanças Climáticas (CMC).

A Lei Estadual n. 17.133/2012 instituiu a Política Estadual de Mudança do Clima, regulamentada pelo Decreto n. 9085/2013, que tem como um de suas diretrizes adotar medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico.

No mesmo ano o Paraná criou o Programa BIOCLIMA PARANÁ para conservação e recuperação da biodiversidade, mitigação e adaptação às mudanças climáticas (Decreto n. 4381/2012). Um dos focos do programa é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), instituído pela Lei Estadual n. 17.134/2012.

Outra política estadual sobre clima é a Lei Estadual n. 17.441/2012, que estabelece diretrizes para o desenvolvimento de agricultura com baixa emissão de carbono no Estado do Paraná.

No âmbito municipal, Curitiba é o município com base legal e institucional mais fortalecida que os demais da RMC para lidar com a questão climática (MACHADO, ALVES e FORTUNATO, 2016). Em 2009 Curitiba instituiu o Fórum de Curitiba sobre Mudanças Climáticas e o Plano de Ação para o município (Decreto n. 1.186/2006). A composição do Fórum foi atualizada pelo Decreto n. 498/2016, que também estabeleceu estratégia para as ações sobre mudança do clima. Atualizar inventários de gases de efeito estufa e das fontes de absorção, definir metas de redução de emissões e continuamente revisar mapas de risco são algumas das estratégias formuladas pelo município para subsidiar uma proposta de Plano Municipal de Resiliência, Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas.

Além dessas iniciativas, ressalta-se novamente a participação de Curitiba no projeto UrbanLeds. Um dos frutos da participação no projeto foi a publicação “Curitiba – Ações estratégicas: clima e resiliência”, que reúne as ações da prefeitura sobre o clima, como a realização do 2º inventário de emissões de GEE e a Carta Curitiba sobre o enfrentamento às mudanças climáticas, assinada pelos participantes do Seminário de Cidades Resilientes Comunidade e Clima (SECIRE), realizado em Curitiba-PR, nos dias 14, 15 e 16 de outubro de 2015 (ICLEI/CURITIBA, 2016).

7.5. Perspectivas e caminhos

Na RMC, o capital natural existente está ameaçado por pressões antrópicas diversas. A mancha urbana, onde estão municípios como Curitiba, Pinhais, Almirante Tamandaré e Colombo, concentra as maiores demandas por recursos hídricos e alimentos, além de emitir mais carbono. Esses municípios se caracterizam muito mais como receptores do que como provedores dos serviços de provisão de água, alimentos e regulação climática global. A demanda mais elevada por serviços ecossistêmicos em locais mais urbanizados é algo que tem sido observado (BARÓ, GÓMEZ-BAGGETHUN e HAASE, 2017).

Apesar disso, Curitiba, município polo da região, se destaca por seu protagonismo em ações inovadoras de planejamento urbano (UN-HABITAT, 2016) e voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas, além de adotar políticas de conservação da biodiversidade urbana que levam o município a ser, por exemplo, o que possui a maior porcentagem de Unidades de Conservação de Proteção Integral em toda a região.

Ao redor de Curitiba se concentram Áreas de Proteção Ambiental que possuem papel importante na preservação dos principais mananciais que atualmente abastecem grande parte da RMC e Unidades Territoriais de Planejamento que auxiliam na regulação do uso do solo em áreas próximas dos recursos hídricos de interesse para abastecimento, mas onde há maior pressão por ocupação.

Ambos instrumentos, APAs e UTPs, são um fator positivo quando se considera o planejamento territorial da RMC, ainda que seja inevitável a busca por novos mananciais ao longo do tempo, devido à alta degradação na bacia do Alto Iguaçu e aumento crescente na demanda pela provisão de água.

Se por um lado parece evidente que a dinâmica urbana da metrópole se concentre nos municípios que fazem parte do chamado Núcleo Central, onde estão as principais movimentações pendulares de população e mesmo os mananciais que abastecem a mancha urbana, é imprescindível notar que são os municípios do entorno os maiores provedores reais ou potenciais de serviços. Alguns municípios, principalmente os localizados no extremo norte da RMC, se destacam pelo estoque de carbono em vegetação nativa e pela significativa disponibilidade hídrica, com potencial futuro de abastecimento. Na porção sudoeste da região estão os maiores provedores de alimentos, ainda que parte dessa produção seja escoada para outras localidades.

Assim, a perspectiva dos serviços ecossistêmicos traz à unidade da região metropolitana de Curitiba maior coesão, quando se observa que as dinâmicas que ali ocorrem vão além daquelas mais evidentes na mancha urbana, extrapolando os municípios mais urbanizados.

Nesse contexto, o planejamento territorial na RMC deve ser pensado tendo em vista esses fluxos de serviços. E, desta forma, a conservação da biodiversidade deve ser encarada não como um elemento desconectado da realidade urbana, mas fundamental para a proteção de áreas fundamentais para a provisão de serviços ecossistêmicos.

Os municípios que necessitam de atenção prioritária devido à perda significativa de vegetação nativa e outros fatores associados, devem ser alvo de ações em nível regional e estadual. As políticas e o planejamento ambiental influenciam na gestão do uso do solo (von HAAREN e ALBERT, 2011), que, em escala regional, é um dos fatores que mais influencia na provisão de serviços ecossistêmicos (FÜRST, 2010).

O planejamento urbano e metropolitano ainda carece de embasamento ecológico, mas as cidades são fundamentais para se proteger a biodiversidade. É preciso enfrentar desafios de governança para se aplicar o que propõe a

Convenção da Diversidade Biológica, como inserir o tema na agenda política, como tem feito o município de Curitiba, favorecer a articulação entre diferentes níveis de governo e entre governos locais (já que os problemas ambientais são geralmente mais amplos que os limites administrativos) e aprimorar os instrumentos para lidar com a gestão da biodiversidade, como os mecanismos de PSA (PUPPIM, et al., 2011).

O processo de se evidenciar estoques de capital natural e fluxos de serviços ecossistêmicos pode desempenhar importante papel e elucidar as relações entre os ecossistemas e a sociedade. Com isso, espera-se que os ecossistemas possam ser protegidos e utilizados de forma sustentável.

O Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas e da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (SCARANO et al., 2018) aponta que continuar em um cenário “*business-as-usual*”, nos padrões de desenvolvido atual, pode levar o Brasil ao declínio dos sistemas naturais de suporte à vida, aceleração das mudanças climáticas e impactos sobre o bem-estar humano.

No caso da RMC, os resultados de análise indicam que é preciso fortalecer a gestão integrada do território e frear a degradação ambiental e perda de floresta nativa para se ter uma metrópole mais sustentável, e se chegar mais próximo de atingir o ODS11 proposto pela Agenda 2030.

Tendo em vista a Nova Agenda Urbana, municípios como Curitiba podem exercer “suas funções territoriais para além de seus limites administrativos” e atuar “como polos propulsores de desenvolvimento urbano e territorial equilibrado, sustentável e integrado, em todos os níveis” (p. 5). Essa atuação mais ampla é necessária não apenas pelo porte e capacidade técnica e institucional de Curitiba, mas também por ser responsável por grande parte da demanda por recursos e serviços ecossistêmicos na RMC.

Permanece o desafio histórico de se criar arranjos institucionais e territoriais no espaço metropolitano que favoreçam o desenvolvimento socioeconômico e ambiental de forma harmônica. O Estatuto da Metrópole aponta a governança metropolitana como um instrumento de planejamento e gestão de funções de

interesse comum (PIRES, 2018). A linguagem dos serviços ecossistêmicos adiciona complexidade a esse processo integrativo metropolitano, mas também torna mais claras as relações ambientais entre os municípios e favorece a busca por coesão.

Além dos desafios de governança e das demandas de planejamento já conhecidas, como monitoramento do uso do solo, fiscalização e criação de áreas protegidas, os tempos atuais demandam a busca por soluções inovadoras, como aquelas baseadas na natureza (*Nature based solutions*) e a abordagem *Craddle to Craddle* (do berço ao berço) para melhorar a gestão da água na metrópole, por meio de seu uso racional e método cíclico e retardar a necessidade de se buscar captação em mananciais cada vez mais distantes e com maior custo operacional.

É preciso adotar um modelo sustentável de desenvolvimento, aproveitando a sólida sustentação legal e política já existente no Brasil e tendo como norte as metas estabelecidas no Acordo de Paris (UNFCCC), Metas de Aichi voltadas à biodiversidade (CDB) e a Agenda 2030.

8. AVALIAÇÃO CRÍTICA DA APLICAÇÃO DO CONJUNTO DE INDICADORES DE CAPITAL NATURAL E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

O conjunto de indicadores proposto nesta tese teve como base teórica a ideia de que é preciso se adotar uma perspectiva sistêmica na análise do território urbano e metropolitano, pois as metrópoles são sistemas complexos e as questões ambientais, muitas vezes, não se restringem a limites administrativos. Assim, é necessário evidenciar aspectos da realidade tanto em escala municipal, quanto em escala regional para se abarcar parte dessa complexidade e propor ações para a sustentabilidade do território.

Conjugar indicadores de capital natural a indicadores de serviços ecossistêmicos e evidenciar a conexão entre ambos foi apontado como um esforço crucial, tendo em vista que os ecossistemas têm sido explorados além de sua capacidade de prover bens e serviços essenciais à vida humana. No entanto, a literatura sobre

o tema geralmente não traz a relação explícita entre serviços ecossistêmicos e os estoques de capital natural que o sustentam, o que reafirma a relevância desta tese.

A análise integrada dos indicadores propostos evidenciou aspectos cruciais para a sustentabilidade da metrópole. O exercício de se analisar o estado e as tendências do capital natural e de serviços ecossistêmicos, além de fatores que se configuram como forças-motrizas e pressões sobre ambos, permitiu enxergar a região metropolitana como um sistema e evidenciar focos de atenção para as tomadas de decisão voltada à gestão sustentável do território.

Um exemplo é a provisão de água na RMC. A análise dos indicadores permitiu verificar que são necessárias ações de proteção à biodiversidade nos municípios que fazem parte da bacia do rio Ribeira, pois a forte tendência de perda de vegetação, além de outros impactos, coloca em risco a disponibilidade futura de água, nesta bacia, para abastecimento futuro da metrópole.

O conjunto de indicadores selecionados na tese não se propôs a abarcar todos os aspectos da sustentabilidade para verificação do progresso da metrópole nesse sentido, mas permitiu a contextualização de aspectos das diferentes dimensões da sustentabilidade, indicando impactos que o capital construído e social (MEADOWS, 1998), por meio de indicadores como infraestrutura urbana e assentamentos precários, pode ter sobre os recursos naturais e alguns dos serviços sustentados pelos ecossistemas.

Assim, a análise integrada demonstra que o conjunto de indicadores propostos e validados é relevante e pode ser aplicado em outras localidades. No entanto, ao invés de um conjunto fechado de indicadores, entende-se que o instrumento aqui proposto se configurou com um esforço que pode ser repensado, flexibilizado e complementado de acordo com o contexto onde for aplicado, seja com a exclusão ou inclusão de outros aspectos do capital natural, como ar e solo (que não foram objeto de análise na tese), de outros serviços ecossistêmicos (aqui o esforço se concentrou em alguns serviços chave de regulação/provisão) ou mesmo em termos de outros aspectos relacionados à pressões sobre os ecossistemas.

9. CONCLUSÕES

Esta pesquisa visou avançar nas discussões sobre planejamento e desenvolvimento territorial e urbano em bases sustentáveis, buscando preencher lacunas de conhecimento em relação à proposição de indicadores de capital natural e de serviços ecossistêmicos para regiões metropolitanas, tendo como estudo de caso a Região Metropolitana de Curitiba.

O conjunto de indicadores proposto, validado por especialistas, apresenta embasamento teórico e flexibilidade para aplicação em diferentes contextos. O método Delphi utilizado no processo de validação se mostrou satisfatório e adequado para o campo de estudo.

A aplicação prática do conceito de capital natural traz como contribuição a perspectiva de que os recursos naturais, embora tenham um fim em si mesmos, são a base para o desenvolvimento humano e que a sustentabilidade e o bem-estar humano só podem ser atingidos se houver um equilíbrio entre os capitais natural, construído e social.

A relação explícita entre serviços ecossistêmicos e os estoques de capital natural que o sustentam, pouco considerada na literatura, é relevante para a tomada de decisão voltada à proteção dos recursos naturais ao mesmo tempo em que propicia a manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais à vida, o que reafirma a relevância desta tese.

Espera-se que a análise dos indicadores no contexto da RMC possa subsidiar tomadas de decisão e traçar caminhos rumo ao desenvolvimento sustentável da metrópole.

Os principais *highlights* da pesquisa são:

- Houve perda expressiva de vegetação nativa na Região Metropolitana de Curitiba entre 2000 e 2017, principalmente na porção norte da região, nos municípios de Cerro Azul, Rio Branco do Sul e Doutor Ulysses;
- A porção norte da RMC é a que concentra mais municípios com status de atenção prio

ritária, onde houve perda muito significativa de biodiversidade, com outros fatores associados que tornam os remanescentes e fragmentos de mata atlântica mais vulneráveis, como insuficiência de Unidades de Conservação ou aumento importante na área com agropecuária;

- Grande parte da floresta nativa existente na RMC, especialmente à oeste, está desprotegida e, portanto, mais suscetível à eventuais perdas resultantes da pressão pelo uso do solo e outros fatores diversos;

- A situação na RMC demonstra tendência de degradação do capital natural e consequente comprometimento na provisão de água em longo prazo, com destaque para a bacia do Ribeira, que apresenta potencial para abastecimento futuro da Grande Curitiba;

- Confirma-se que a demanda mais elevada por serviços de provisão de água e alimentos está situada nos municípios onde a mancha urbana se localiza;

- A produção agrícola da RMC se concentra principalmente no sudoeste da região, sendo proporcionalmente pequena em relação à produção total do Paraná;

- Foi observado aumento na produção agrícola em alguns municípios e ampliação em sua capacidade de provisão de alimentos, sem avanço expressivo sobre áreas de floresta nativa, registrando-se o uso intensivo de agrotóxicos nesses municípios;

- Produção orgânica na RMC aparenta estar em processo de expansão, porém ainda tímida em relação à produção agrícola total. Em 2004, por exemplo, a produção orgânica na região representou mais de um terço da do Estado. O município de Colombo se destaca como o maior produtor de orgânicos, o que reflete a adoção de políticas de incentivo;

- Houve perda no estoque de CO₂ em quase toda a RMC, com exceção de Balsa Nova, Contenda, Pinhais e Araucária;

- Os municípios que mais perderam estoque de CO₂ de floresta nativa entre 2000 e 2017 se localizam na porção noroeste da RMC: Cerro Azul, Rio Branco do Sul e Doutor Ulysses, que são justamente os municípios com pior IDH na RMC;

- Muitos dos municípios que se caracterizam pelo alto estoque e baixa emissão de carbono são alguns dos mais vulneráveis às mudanças climáticas. Há expressivo estoque de carbono na porção norte da RMC, justamente onde estão os piores índices de vulnerabilidade, podendo revelar processo de injustiça socioambiental na região;

- O município de Curitiba, além de ser o polo central da mancha urbana da metrópole, possui protagonismo muito superior aos demais em relação à adoção de políticas e ações ambientais (como IPTU Verde, incentivo à criação de RPPNs e realização de inventário de GEE).

Há necessidade de se fortalecer, em grande parte da RMC, a implementação de políticas de proteção da biodiversidade, estimular a criação de novas unidades de conservação, bem como fortalecer o monitoramento do uso do solo, com destaque para o aumento do desflorestamento e da expansão agrícola, além do monitoramento da qualidade dos mananciais, que sofre pressão por fatores como poluição por agrotóxicos.

Há que se garantir estrutura e articulação institucional e financeira adequados para implementação de ações de proteção do capital natural e de serviços ecossistêmicos na RMC. São necessários, assim, esforços conjuntos, nos diversos níveis administrativos, incluindo municípios, órgão metropolitano e Estado, além da participação da sociedade civil nas tomadas de decisão e no planejamento em nível metropolitano.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta tese, de se propor um conjunto de indicadores de avaliação de capital natural e de serviços ecossistêmicos adequado ao contexto metropolitano, foi atendido.

Foi identificada a relação entre capital natural e serviços ecossistêmicos e suas principais forças motrizes e pressões e evidenciada sua importância para a sustentabilidade urbana e metropolitana.

O conjunto de indicadores proposto a partir de base teórica passou por processo de validação por especialistas. A partir desse processo, foi possível caracterizar capital natural existente e serviços ecossistêmicos prestados pelos municípios da Região Metropolitana de Curitiba e analisar impactos de dinâmicas socioeconômicas e de uso do solo sobre ambos, tais como uso de agrotóxicos, existência de assentamentos precários e avanço da infraestrutura urbana.

Recomenda-se a aplicação do conjunto de indicadores em novos estudos, visando testar sua viabilidade em outros contextos. Também se sugere o aprimoramento e flexibilização do instrumento, com a adição de outros aspectos do capital natural e outros serviços ecossistêmicos, visando ampliar seu alcance na busca pela compreensão da metrópole de forma sistêmica e abarcando mais aspectos inerentes à sua complexidade. A análise de indicadores a partir do conjunto proposto pode, ainda, ser aprimorada com a utilização de modelagens e cenários, instrumentos capazes de aprofundar a análise dos dados e operacionalizar os resultados obtidos e evidenciar processos biofísicos, facilitando a busca por soluções e diminuindo as incertezas.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLY, C. **Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Tradução de Claudio Acioly e Forbes Davidson. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Atlas Brasil do Abastecimento Urbano de Água**. Brasília: Agência Nacional de Águas. 2015. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8&mapa=diag>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Região Metropolitana de Curitiba. **Atlas Brasil do Abastecimento Urbano de Água**. Brasília: Agência Nacional de Águas. 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=7>

ALEGRE, J. C.; AREVALO, L; RICSE, A. Reservas de carbono y emision de gases con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la Amazonia peruana. In: **Taller Internacional de Sistemas Agroforestales**, 2000, Santa Fe. Bogota: CORPOICA, 2000. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4435S/y4435s0a.htm>

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. (a) **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, n. 159, maio 2009.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. (b) **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, n. 155, fev. 2009.

ANDREOLI, A. et al. Limites ao desenvolvimento da região metropolitana de Curitiba impostos pela escassez da água. **Sanare**, Curitiba, n. 12, p. 31-42, jul./dez. 1999.

ANDREOLI, C. V. et al. A crise da água e os mananciais de abastecimento – a disponibilidade de água na RM de Curitiba. In: ANDREOLI, C.V. (org.) **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Sanepar, Finep, 2003. p. 35-84.

ANDREW, M.E. et al. Spatial data, analysis approaches, and information needs for spatial ecosystem service assessments: a review. **GIScience Remote Sens.**, v. 52, p. 3, p. 344–373, 2015.

AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17083/1/doc73.pdf> Acesso em 13 fev. 2018.

ARIAS-MALDONADO, M. Rethinking sustainability in the Anthropocene. **Environ. Polit.**, v. 22, p. 428–446, 2013.

BALMFORD, A. et al. The convention on biological diversity's 2010 Target. **Science**, v. 307, p. 212–213, 2005.

BALVANERA, P., PFISTERER, A.B., BUCHMANN, N., HE, J.-S., AKASHIZUKA, T., RAFFAELLI, D., SCHMID, B. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. **Ecology Letters**, v. 9, p. 1146–1156, 2006.

BARÓ, F.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; HAASE, D. Ecosystem service bundles along the urban-rural gradient: Insights for landscape planning and management. **Ecosystem Services**, v. 24, p. 147-159, 2017.

BARRON, S.; SHEPPARD, S. R. J.; CONDON, P. M. Urban Forest Indicators for Planning and Designing Future Forests. **Forests**, v. 7, n. 9, 2016.

BENITEZ-CAPISTROS, F.; HUGÉ, J.; KOEDAMA, N. Environmental impacts on the Galapagos Islands: Identification of interactions, perceptions and steps ahead. **Ecological Indicators**, v. 38, p. 113-123, mar. 2014.

BERGIN, M. S. et al. Regional atmospheric pollution and transboundary air quality management. **Annual Review of Environmental Research**, v. 30, 2005.

BEZERRA, M. C. L.; FERNANDES, M. A. (Coord.). **Cidades sustentáveis: subsídios a elaboração da Agenda 21 brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Parceria 21 IBAM-ISER-REDEH, 2000. 155 p.

BIODIVERSITY INDICATORS PARTNERSHIP – BIP. **Biodiversity barometer**. 2017. Disponível em: <https://www.bipindicators.net/indicators/biodiversity-barometer> Acesso em 11 fev. 2017.

BOEREMA, A. et al. Are ecosystem services adequately quantified? **Journal of Applied Ecology**, v. 54, p. 358–370, 2017.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH, USP, 2017.

BOSSEL, H. **Earth at a crossroads: paths to a sustainable future**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

BRAGA, T. M. Desenvolvimento local endógeno: entre a competitividade e a cidadania. **Revista Brasileira de estudos Urbanos e Regionais**, v. 4, n. 5, 2001. p. 35-48.

BRINK, B. **A Long-Term Biodiversity, Ecosystem and Awareness Research Network** - Indicators as communication tools: an evolution towards composite indicators. ECNC, European Centre for Nature Conservation, 2006. Disponível em: https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaLES/egm/ALTERNet_bk.pdf Acesso em 05 ago. 2016.

BROWN, J. C. PURCELL, M. There is nothing inherent about scale: political ecology, the local trap and the politics of development in the Brazilian Amazon. **Geoforum**, v. 36, n. 5, 2005.

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future** – The World Commission on Environment and Development. Oxford University, Oxford University Press, 1987.

BRYAN, B. A. Development and application of a model for robust, cost-effective investment in natural capital and ecosystem services. **Biological Conservation**, v. 143, n. 7, p. 1737-1750, Jul. 2010.

BRYAN, B. A.; GRANDGIRARD, A.; WARD, J. R. Quantifying and Exploring Strategic Regional Priorities for Managing Natural Capital and Ecosystem Services Given Multiple Stakeholder Perspectives. **Ecosystems**, v. 13, n. 4, p. 539-555, Jun 2010.

BURKHARD, B. et al. Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 1-6, out. 2012.

BURKHARD, B. et al. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. **Landscape Online**, v. 34, p. 1-32, 2014. Disponível em: <https://www.landscapeonline.de/wp-content/uploads/DOI103097-LO201434.pdf> Acesso em 2 fev. 2018.

CAMARGO, J.A.; ALONSO, Á. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment. **Environment International**, v. 32, n.6, pp. 831-849, 2006.

CANADA (PAÍS). **How much forest does Canada have?**. The State of Canada's forests report, 2018. Disponível em: <https://www.nrcan.gc.ca/forests/report/area/17601> Acesso em 20 nov. 2018.

CARNUS, J. M.; PARROTTA, J.; BROCKERHOFF, E. G.; ARBEZ, M.; JACTEL, H.; KREMER, A.; LAMB, A.; O' HARA, O. K.; WALTERS, B.; Planted forests and biodiversity. **Journal of Forestry**, Washington – DC, United States of America , v. 104, p. 65-77, Mar. 2006.

CBD – Convention on Biological Diversity. **Indicators for the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets**. CBD/COP/DEC/XIII/28. Mexico, dez. 2016. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-28-en.pdf>

CDB – Convenção para Diversidade Biológica. **Panorama da Biodiversidade Global 2**. Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica (2006). Montreal, 2006. 89p.

CFS – CANADIAN FOREST SERVICE. Indicador – Forest area. **The State of Canada's Forests. Annual Report 2018**. 2018. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Ottawa. 80 p. Disponível em: <https://www.nrcan.gc.ca/forests/report/area/16397> Acesso em 07 nov. 2018.

COLOMBO. **Pequenos agricultores contam com incentivos para produção orgânica em Colombo**. Julho 2017. Disponível em: <http://portal.colombo.pr.gov.br/pequenos-agricultores-contam-com-incentivos-para-producao-organica-em-colombo/> Acesos em 15 nov. 2018.

COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. Mapas da RMC. Região Metropolitana de Curitiba, 2012. Disponível em: <http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=158>. Acesso em 12 jun. 2015.

COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. Região Metropolitana de Curitiba. Revista da Região Metropolitana de Curitiba, abril 2015. Disponível em: http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/RMC/RevistaComec_ABR_2015.pdf. Acesso em 12 jun. 2015.

COMEC. **Localização das Áreas de Proteção Ambiental da RMC**, 2010a. Disponível em: <http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=37> Acesso em 2 set. 2018.

COMEC. **Localização das Unidades Territoriais de Planejamento da RMC**, 2010b. Disponível em: <http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/UTP/LocalizacaoUTPs.pdf> Acesso em 2 set. 2018.

COMEC. **Metrópolis em revista**. n. 1, dez. 1999. Disponível em: http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/Mapoteca/REVISTAMetropolis_1.pdf Acesso em 25 nov. 18.

COMEC. **SIGPROM**, s/d. Disponível em: <http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=40>
Acesso em 10. ago. 2018.

COMEC. **Unidades de Conservação da RMC**, 2010c. Disponível em: <http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=81>
Acesso em 2 set. 2018.

COSTANZA, R.; DALY, H. E. "Natural capital and sustainable development." **Conservation Biology**, v. 6, n.1, pp. 37-46, 1992.

COSTANZA, R. et al. **Institutions, ecosystems and sustainability**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2001.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, pp. 152–158, 2014.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital (Reprinted from *Nature*, vol 387, pg 253, 1997). **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 3-15, abr. 1998.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, Londres, v.387, p.253-260, mai. 1997.

COSTANZA, R.; PATTEN, B.C. Defining and predicting sustainability. **Ecological Economics**, v. 28, n. 6, p. 1081-1097, 2013.

COUTINHO, S. M. V. **Análise de um processo de criação de indicadores de desenvolvimento sustentável no município de Ribeirão Pires – SP**. 2006. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP), São Paulo, 2006.

COWLING, R. M. et al. An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. **Proc Natl Acad Sci USA**, v. 105, n. 28, 2008.

CROSSMAN, N. D. et al. A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 4, p. 4–14, 2013.

CRUTZEN, P.J. **The “anthropocene”**. Springer, 2006.

CZÚCZ, B. et al. Where concepts meet the real world: A systematic review of ecosystem service indicators and their classification using CICES. **Ecosystem Services**, v. 29, p. 145–157, 2018.

CZÚCZ, B.; ARANY, I. **Indicators for ecosystem services**. In: POTSCHIN, M. AND K. JAX (eds): *OpenNESS Ecosystem Services Reference Book*. EC FP7 Grant Agreement no. 308428. Disponível em: <http://www.openness-project.eu/sites/default/files/SP-Indicators.pdf> Acesso em 3 mar. 2018.

DAILY, G. C. et al. Ecosystem services in decision making: time to deliver. **Front Ecol Environ**, v. 7, n. 1, p. 21-28, 2009.

DÍAZ, S. et al. Assessing nature's contributions to people **Science**, v. 359, n. 6373, pp. 270-272, 2018.

DÍAZ, S., FARGIONE, J., CHAPIN, F.S., TILMAN, D. Biodiversity loss threatens human well-being. **PLoS Biology**, v. 4, n. 8, e277, 2006.

DOMINATI, E.; PATTERSON, M.; MACKAY, A. (a) A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. **Ecological Economics**, v. 69, n. 9, p. 1858-1868, Jul 2010.

DOMINATI, E.; PATTERSON, M.; MACKAY, A. (b) Response to Robinson and Lebron - Learning from complementary approaches to soil natural capital and ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 70, n. 2, p. 139-140, dez. 2010.

DONG, X. B. et al. The impact of human activities on natural capital and ecosystem services of natural pastures in North Xinjiang, China. **Ecological Modelling**, v. 225, p. 28-39, jan. 2012.

DONG, X. B. et al. Environmental and economic consequences of the overexploitation of natural capital and ecosystem services in Xilinguole League, China. **Energy Policy**, v. 67, p. 767–780, 2014.

DONHA, C. G. **Dinâmica de crescimento e estoque de biomassa, carbono e nutrientes em espécies arbóreas da floresta atlântica no sul do Brasil**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

DROBNIK, T. et al. Soil quality indicators – From soil functions to ecosystem services. **Ecological Indicators**, v. 94, Parte 1, p. 151-169, nov. 2018.

EGMOND, P. VAN; RUIJS, A. **Natural capital in the Netherlands: Recognising its true value**. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague, 2016.

EGOH, B. et al. **Indicators for Mapping Ecosystem Services: A Review**. EU Publications Office, Luxembourg, 2012.

EKROOS, J., OLSSON, O., RUNDLÖF, M., WÄTZOLD, F., SMITH, H.G.. Optimizing agri-environment schemes for biodiversity, ecosystem services or both? **Biological Conservation**, v. 172, p. 65–71, 2014.

EL SERAFY, S. Pricing the invaluable: the value of the world's ecosystem services and natural capital. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 25-27, abr. 1998.

ENGLUND, O., BERNDES, G., CEDERBERG, C. How to analyse ecosystem services in landscapes—a systematic review. **Ecological Indicators**, v. 73 (Supplement C), p. 492–504, 2017.

EVENSON, R. E., GOLLIN, D. Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. **Science**, v. 300, n. 5620, p. 758-762, 2003.

FAO. **The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010.

FELD, C. K. et al. Indicators of biodiversity and ecosystem services: a synthesis across ecosystems and spatial scales. **Oikos**, v. 118, n. 12, dez. 2009, pp. 1862-1871.

FELIPE-LUCIA, R.; COMÍN, F. A. Ecosystem services–biodiversity relationships depend on land use type in floodplain agroecosystems. *Land Use Policy*, v. 46, pp. 201-210, 2015.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, n. 3, 2007.

FRANÇA, L. M.; MANTOVANELI JÚNIOR, O.; SAMPAIO, C. A. C. Governança para a territorialidade e sustentabilidade: a construção do senso de regionalidade. **Saúde e Sociedade**, v.21, n. 3, p.111-127, 2012.

FREITAS, CM; GIATTI, LL. Sustentabilidade ambiental e de saúde na Amazônia Legal, Brasil: Uma análise através de indicadores. 1 ed. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2010. v. 1. 42 p.

FREITAS, CM; SCHUTZ, GE; OLIVEIRA, SG. Environmental sustainability and human well-being indicators from the ecosystem perspective in the Middle Paraíba Region, Rio de Janeiro State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 4, p. 513-28, 2007.

FÜRST, C.; VOLK, M.; PIETZSCH, K.; MAKESCHIN, F.. Pimp your landscape: a tool for qualitative evaluation of the effects of regional planning measures on ecosystem services. **Environmental Management**, v. 46, 2010, pp. 953-968.

GALLOPÍN, G. **A systems approach to sustainability and sustainable development**. Santiago de Chile: CEPAL, 2003. (Serie Medio Ambiente y Desarrollo, n. 64).

GALLOPÍN, G. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A systems approach. **Environmental Modeling and Assessment**, v. 1, n. 3, p. 101-117, 1996.

GARCIAS, C. M.; SANCHES, A, M. Vulnerabilidades socioambientais e as disponibilidades hídricas urbanas: levantamento teórico-conceitual e análise aplicada à região metropolitana de Curitiba – PR. **Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo**, v. 10, 2009.

GIATTI, L. L. et al. Estudo de distintos níveis holárquicos para uma região metropolitana por meio da aplicação de Indicadores de sustentabilidade ambiental e de saúde. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 30, dez 2013.

GIBSON, R. B. Beyond the pillars: sustainability assessment as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-making. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 8, n. 3 pp. 259–280, set. 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas; 2002.

GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. **Panorama da Contaminação Ambiental por Agrotóxicos e Nitrato de origem Agrícola no Brasil: cenário 1992/2011.** Documento 98. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/987245/1/Doc98.pdf> Acesso em 4 nov. 2018.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; DE GROOT, R. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. **Ecosistemas**, v. 16, n. 3, p. 4-14, set. 2007.

GOODLAND, R.; DALY, H.; SERAFY, S. **Environmentally sustainable economic development: building on Brundtland.** The World Bank Environment working paper. , nº 46. 1991.

GRPCOM. GRUPO PARANAENSE DE COMUNICAÇÃO. **Águas do amanhã – Retrato do Alto Iguaçu.** Jun. 2011. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/premioana/doc/20130923_20110605%20Retrato%20do%20Alto%20Igua%C3%A7u.pdf Acesso em 6dez. 2018.

GUERRY, A. D. et al. Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 112, n. 24, p. 7348-7355, jun. 2015.

GUIMARÃES, R. P. **Aterrizando una Cometa: indicadores territoriales de sustentabilidad.** Santiago do Chile: CEPAL/ILPES, 1998. (Serie Investigación, Documento 18/98, LC/IP/G.120).

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente e Sociedade**, v. 12, n. 2, p. 307-323, jul.dez. 2009.

GUPTA, J.; C. PAHL-WOSTL. Editorial on global water governance. **Ecology and Society**, v. 18, n. 4, art. 54, 2013.

GUZZO, P. **Estudos dos espaços livres de uso público e da cobertura vegetal em área urbana da cidade de Ribeirão Preto.** SP. 1999. 106f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1999.

HAAREN, C.; ALBERT, C. Integrating ecosystem services and environmental planning: limitations and synergies. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 2011, pp. 1-18.

HAILS, R. S.; ORMEROD, S. J. EDITORIAL: Ecological science for ecosystem services and the stewardship of Natural Capital. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 4, p. 807-811, ago. 2013.

HODGE, R.A., HARDI, P., BELL, D.V.J. Seeing change through the lens of sustainability. Costa Rica: 1999. Disponível em: <<http://iisd.ca/measure/scipol/docs.htm>>. Acesso em: 02 de fev. 2014.

HOSONUMA, N. et al. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. **Environmental Research Letters**, v. 7, n. 4, 2012.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Unidades de Conservação estaduais, 2028. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1209> Acesso em 14 nov. 2018.

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Unidades de Conservação Federais Existentes no Paraná, 2005. Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Dibap_UC/Anexo_101_UCs_Federais_existentes_Parana.pdf Acesso em 14 nov. 2018.

IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2018**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_do_u_2018_20181019.pdf Acesso em 15 dez. 2018.

ICLEI BRASIL; PREFEITURA DE CURITIBA. **2º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa para a Cidade de Curitiba**. Curitiba, 2015.

ICLEI-BRASIL; PREFEITURA DE CURITIBA. **Curitiba Ações Estratégicas: Clima e Resiliência**. Curitiba, 2016.

FAVARO, A. K. M. I. **Estudo do fluxo de Serviços Ambientais na Região Metropolitana de São Paulo**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estimativas da população**, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e> Acesso em 5 jan. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnad/geral/pesquisa-basica> Acesso em 3 dez. 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do saneamento Instituto Trata Brasil 2016**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/2016/relatorio-completo.pdf> Acesso em 02 dez. 2018.

IPARDES. **Demanda hídrica total e por tipo de manancial 2009**. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_ambiental/04_demanda_hidrica_e_tipos_de_manancial.jpg Acesso em 15 out. 2018.

IPARDES. **Disponibilidade hídrica por bacia hidrográfica - Paraná**. 2009. Disponível em:

http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_ambiental/05_disponibilidade_hidrica.jpg Acesso em 15 out. 2018.

IPARDES. **Distribuição dos municípios segundo bacias e sub-bacias hidrográficas.** 2013. Disponível em:

http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=26

Acesso em 15 out. 2018.

IPARDES. **O mercado de orgânicos no Paraná: caracterização e tendências.** Curitiba, 2007. Disponível em:

http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/mercadoorganicos_07.pdf Acesso em

2 nov. 2018.

IPARDES. **Uso do solo e remanescentes de cobertura vegetal nativa.** 2010-2014. Disponível em:

http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_ambiental/06_cobertura_vegetal_nativa_fitogeo.jpg Acesso em 15 out. 2018.

IPBES. **The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services.** Ferrier, S. et al. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 348 p., 2016.

IPCC. **Climate Change 2007: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPCC. **Summary for Policymakers.** In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp., 2018.

IPEA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos – Relatório de pesquisa.** Brasília: IPEA, 2012.

IPEA/ FJP – FUNÇÃO JOÃO PINHEIRO/PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras.** 2014. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=24037 Acesso em 8 set. 2018.

JÄGER, J.; ROUNSEVELL, M. D. A.; HARRISON, P. A.; OMANN, I.; DUNFORD, R.; KAMMERLANDER, M.; PATAKI, G. Assessing policy robustness of climate change adaptation measures across sectors and scenarios. **Climatic Change**, v. 128, n. 3/4, pp. 395-407, fev. 2015.

JHA, S.; BAWA, K. S. Population growth, human development, and deforestation in biodiversity hotspots. **Conservation Biology**, v. 20, n. 3, p. 906-912, 2006.

KLINK, J. Novas governanças para as áreas metropolitanas. O panorama internacional e as perspectivas para o caso brasileiro. *Cadernos Metrópole*, São Paulo, v. 11, n. 22, pp. 415-433, jul/dez 2009.

KROEGER, T.; CASEY, F. An assessment of market-based approaches to providing ecosystem services on agricultural lands. **Ecological Economics**, v. 64, pp. 321–32, 2007.

KROLL, F.; MÜLLER, F.; HAASE, D.; FOHRER, N. Rural–urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. **Land Use Policy**, v. 29, 2012, pp. 521–535.

KRUEGER, T., PAGE, T., HUBACEK, K., SMITH, L. AND HISCOCK, K. The role of expert opinion in environmental modelling. **Environmental Modelling & Software**, v. 36, pp. 4-18, 2012.

LAUTENBACH, S.; KUGEL, C.; LAUSCH, A., SEPPELT, R. Analysis of historic changes in regional ecosystem service provisioning using land use data. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 2, p. 676–687, 2011.

LEFF, E. **Racionalidade ambiental – a reapropriação ecológica na natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEFÈVRE, C. Governar as metrópoles: questões, desafios e limitações para a constituição de novos territórios políticos. **Cadernos Metrópole**. São Paulo. v.11, n. 22, p. 299-317. 2009.

LIMA, M. D. V.; MACHADO, C. C. L.; ALVES, J. B.; FORTUNATO, R. A. Governança pública para o enfrentamento das mudanças climáticas em Curitiba e entorno. **Mercator**, v. 15, n.4, p. 47-63, out./dez., 2016.

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The Delphi Method: Techniques And Applications**. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1975.

LIU, J. et al. Complexity of coupled human and natural systems. **Science**, v. 317, 2007.

LIU, S. A. et al. Valuing New Jersey's Ecosystem Services and Natural Capital: A Spatially Explicit Benefit Transfer Approach. **Environmental Management**, v. 45, n. 6, p. 1271-1285, jun. 2010.

LOUETTE, A. (org). **Compêndio de Indicadores de Sustentabilidade das Nações: uma contribuição ao diálogo da sustentabilidade**. São Paulo: Antakarana Cultura Arte Ciência Ltda/Willis Harman House, 2009. 112 p.

LOUREIRO, W. **Contribuição do ICMS Ecológico à conservação da biodiversidade no Estado do Paraná**. Tese (Doutorado) apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná. 2002.

MACE, G. M. et al. Conceptual framework and methodology. **The UK national ecosystem assessment technical report**. UK National Ecosystem Assessment, UNEP-WCMC, 2011.

MACHOVINA, B., FEELEY, K.J., RIPPLE, W.J. Biodiversity conservation: The key is reducing meat consumption. **Science of The Total Environment**, v. 536, p. 419-431, 2015.

MAES et al., 2014. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: Indicators for Ecosystem Assessments Under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Publications Office of the European Union, Luxembourg 2014.

MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (orgs). **Indicadores Ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001.

MAJER, J. D.; BEESTON, G. The Biodiversity Integrity Index: An Illustration Using Ants in Western Australia. **Conservation Biology**, v. 10, n. 1, 1996, pp. 65-73

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A.; COUTINHO, S. M. V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, Mar. 2008.

MARQUES et al. **Assentamentos precários no Brasil urbano**. Brasília: CEM – Centro de Estudos da Metrópole, CEBRAP/Secretaria Nacional da Habitação, Ministério das Cidades, 2007. Projeto PNUD BRA/00/019 - “Apoio à implementação do Programa Habitar Brasil-BID”.

MARTÍNEZ, R. Q. **Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe**. Serie Manuales - 61. Santiago de Chile: Nações Unidas, 2009.

MARTÍNEZ-HARMS, M., BALVANERA, P. Methods for mapping ecosystem service supply: a review. **Int. J. Biodivers. Sci., Ecosyst. Serv. Manage.** 8, 17–25, 2012.

MARTÍNEZ-HARMS, M. J. et al. Making decisions for managing ecosystem services. **Biological Conservation**, v. 184 (Supplement C), p. 229–238, 2015.

MASEYK, F. J. F. et al. Managing Natural Capital Stocks for the Provision of Ecosystem Services. **Conservation Letters**, v. 10, n. 2, p. 211-220, mar. abr. 2017.

MAZZEI, K; COLESANTI, M T. M; SANTOS; D. G. Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 19, n.1, p. 33-43, jun. 2007, ISSN:1982-4513. Disponível em: Acesso em: 21 set. 2008.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Referências para o desenvolvimento territorial sustentável**. Série Textos para Discussão – 4, Brasília: MDA, 2003.

MEA – Millenium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends**, Volume 1. Washington: Island Press, 2005.

MEA - Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being: a framework for assessment. Island Press, Washington, DC; 2003.

MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development**. Hartland Four Corners: The Sustainability Institute, 1998.

MILANO, M. S. Planejamento da arborização urbana: relação entre áreas verdes e ruas arborizadas. In: Encontro Brasileiro sobre Arborização Urbana, 4, 1990. Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1990.

MINAYO, M. C. de SOUZA. Construção de Indicadores Qualitativos para Avaliação de Mudanças. **Revista Brasileira De Educação Médica**, v. 33, pp. 83-91, 2009.

MITROFF, I.I.; E TUROFF, M. Philosophical and methodological foundations of Delphi. In: LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The Delphi Method: Techniques And Applications**. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1975, pp. 17-36.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Florestas Plantadas** – Programa ABC. MMA, Plano ABC. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/florestas-plantadas.pdf/view> Acesso em 5 out. 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta** – Programa ABC. MMA, Plano ABC. 2017a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/integracao-lavoura-pecuaria-floresta.pdf/view> Acesso em 5 out. 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Recuperação de Pastagens Degradadas** – Programa ABC. MMA, Plano ABC. 2017b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/recuperacao-de-areas-degradadas.pdf/view> Acesso em 5 out. 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Sistema de Plantio Direto** – Programa ABC. MMA, Plano ABC. 2017c. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/sistema-plantio-direto.pdf> Acesso em 5 out. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA/ FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Manual – Sistema de Vulnerabilidade Climática (SisVuClima)**, 2017. Disponível em: <http://www.sisvuclima.com.br/index> Acesso em 2 nov. 2017;

MOGNON, F. Dinâmica do estoque de carbono como serviço ambiental prestado por um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana localizada no sul do Estado do Paraná. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná- UFPR, Paraná.

MOLEDO, J. C. et al. Impactos ambientais relativos à silvicultura de eucalipto: uma análise comparativa do desenvolvimento e aplicação no plano de manejo florestal. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 35, n. 4, p.512-530, 2016.

MORAN, E. F. **Meio ambiente e ciências sociais: interações homem-ambiente e sustentabilidade**. São Paulo: Senac, 2011. 307 p.

NAHUELHUAL, L. Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. **Applied Geography**, v. 40, p. 71-82, 2013.

OLEWILER, N. Environmental sustainability for urban areas: The role of natural capital indicators. **Cities**, v. 23, n. 3, p. 184–195, 2006.

OLIVEIRA, E. B. Projeto Estradas com Araucárias. In: PARRON et al. **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa Florestas, 2015.

OLIVEIRA, J. A. P.; BALABAN, O.; DOLL C. N. H.; MORENO-PEÑARANDA; GASPARATOS, A; Cities and biodiversity: Perspectives and governance challenges for implementing the convention on biological diversity (CBD) at the city level. **Biological Conservation**, v.144, n. 5, pp. 1302 a 1313, 2011.

PADILHA, M. L. M. L. **Indicadores de desenvolvimento sustentável para o setor têxtil**. 2009. 311 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PAN, Y. et al. The structure, distribution, and biomass of the world's forests. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 44, pp. 593–622, 2013.

PARANÁ. **Lei Estadual n.º 12248** - 31/07/1998 - Cria o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC. Publicado no Diário Oficial Nº 5305 de 03/08/1998. Disponível em: http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacoes/LeiEstadual_12248_98.pdf Acesso em 12 ago. 2018.

PARANÁ. **Memória da reunião ordinária do Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas**, realizada no dia 11/outubro/2016 – Curitiba/PR Coordenadoria de Mudanças Climáticas, 2016. Disponível em: http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/Memoria_de_Reuniao_em_11_10_1_corrigido_em_12_04.pdf Acesso em 11 nov. 2018.

PARANÁ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS/INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos - Produto 1.1** – Anexo I. Diagnóstico das demandas e disponibilidades hídricas superficiais. Curitiba: COBRAPE, 2009a. Disponível em: http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/PLERH/Produto1_1_Anexoi_R_evisaoFinal.pdf Acesso em: 20 out. 2018.

PARANÁ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS/INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos - Produto 1.1** – Anexo II. Diagnóstico das demandas e disponibilidades hídricas superficiais. Curitiba: COBRAPE, 2009b. Disponível em: http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/PLERH/Produto1_1_AnexoiII_R_evisaoFinal.pdf Acesso em: 20 out. 2018.

PARANÁ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS/INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos - Produto 1.1** - Diagnóstico das demandas e disponibilidades hídricas superficiais. Curitiba: COBRAPE, 2009c. Disponível em:

http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/PLERH/Produto1_1_RevisaoFinal.pdf Acesso em: 15 out. 2018.

PARANÁ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS/INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos - Produto 1.2** - Parte B Diagnóstico das disponibilidades hídricas subterrâneas. Curitiba: COBRAPE, 2009d. Disponível em:

http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/PLERH/Produto1_2_ParteB_RevisaoFinal.pdf Acesso em: 15 out. 2018.

PASCUAL, U. et al. Valuing nature's contribution to people: the IPBES approach. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 26–27, jun. 2017, pp. 7–16.

PAUSTIAN, K., ANTLE, J.M., SHEEHAN, J., PAUL, E.A., **Agriculture's role in greenhouse gas mitigation**. Pew Centre on Global Climate Change, Arlington, 2006.

PEARCE, D. W. Will global warming be controlled? Reflections on the irresolution of humankind. In: PETHIG, R.; RAUSCHER, M. (eds). **Challenges to the World Economy**: Festschrift for Horst Siebert. Berlin: Springer Verlag, pp. 367–382, 2003.

PHILIPPI Jr, A.; MAGLIO, I.; COIMBRA, J. & FRANCO, R. (org). **Municípios e Meio Ambiente - perspectivas para Municipalização da gestão ambiental no Brasil**. ANAMMA:1999.

PIRES, L. R. G. M. **Região metropolitana – Governança como instrumento de gestão compartilhada**. Belo Horizonte: Fórum Conhecimento Jurídico, 2018.182 p.

PMC – Prefeitura Municipal de Curitiba/ SMMA - Secretaria Municipal do Meio Ambiente/ SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. **Diretrizes para a Conservação da Biodiversidade na Região Metropolitana de Curitiba**. 2018. Disponível em: http://www.spvs.org.br/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Diretrizes_para_Conservacao_mai2018.pdf Acesso em 18 mai. 2018.

POTSCHIN-YOUNG, M.; HAINES-YOUNG, R.; GÖRG, C.; HEINK, U.; JAX, K.; SCHLEYER, C. Understanding the role of conceptual frameworks: Reading the ecosystem service cascade. **Ecosystem Services**, v. 29, 2018, pp. 428–440.

QUIROGA, R. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas**. Serie Manuales – 16. Santiago do Chile: Nações Unidas, 2001.

RAYMOND, C. M. et al. Mapping community values for natural capital and ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 68, n. 5, p. 1301-1315, mar. 2009.

RAYMOND, C. M. et al. Integrating local and scientific knowledge for environmental management. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 8, pp. 1766-1777, 2010.

RIBEIRO, J. C. J. Indicadores ambientais – Avaliando a política de meio ambiente no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: SEMAD, 2006. 304 p.

ROBINSON, D. A. et al. Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 57, p. 1023-1033, fev. 2013.

ROBINSON, D. A.; LEBRON, I. On the natural capital and ecosystem services of soils. **Ecological Economics**, v. 70, n. 2, p. 137-138, dez. 2010.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria. v. 24, n. 1, p. 75-42, 2002.

SACHS, I. **Desenvolvimento, includente, sustentável sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. **Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993. p. 29-56

SAYAGO, D.E; PINTO, M. O. **Plano diretor**: instrumento de política urbana e gestão ambiental. In: Anais VI Encontro Nacional de Economia Ecológica. Brasília, 2005.

SCARANO, F. R. et al. **Potência Ambiental da Biodiversidade: um caminho inovador para o Brasil**: Sumário para Tomadores de Decisão, 1a ed. PBMC/COPPEUFRJ, Rio de Janeiro, 2018. 13p.

SCHACHT, L. G. **Reservas Particulares do Patrimônio Natural no Estado do Paraná (Brasil) e as Áreas Protegidas Privadas na Catalunha (Espanha): situação atual, políticas públicas e gestão**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física – FFLCH/USP, 2017.

SCHIPPER, J. The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat, and knowledge. **Science**, v. 322, pp. 225–230, 2008.

SCHÜTZ, G; HACON, S; SILVA, H; MORENO SÁNCHEZ, AR; NAGATANI, K. Principales marcos conceptuales aplicados para la evaluación de la salud ambiental mediante indicadores en América Latina y el Caribe. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 24, n. 4, p. 276–85, 2008.

SEMA – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Gestão das Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no Paraná. Disponível em:

<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=247> Acesso em 7 set. 2018.

SEPPELT, R. et al. A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead. **J. Appl. Ecol.** 48, 630–636, 2011.

SHEPHERD, E. et al. Status and Trends in Global Ecosystem Services and Natural Capital: Assessing Progress Toward Aichi Biodiversity Target 14. **Conservation Letters**, v. 9, n. 6, p. 429-437, nov. dez. 2016.

SILVA, S. T. da. Políticas públicas e estratégias de sustentabilidade urbana. Hiléia, **Revista de Direito Ambiental da Amazônia**, n. 1, ago-dez, 2003.

SINGH, R. K.; MURTY, H. R.; GUPTA, S. K.; DIKSHIT, A. K. An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, v. 15, 2012, p. 281–299.

SMITH, V. H., TILMAN, G. D., NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. **Environmental pollution**, v. 100, n. 1, p. 179-196, 1999.

SPVS – SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Programa Desmatamento Evitado**. 2013. Disponível em: file:///D:/Doutorado/Indicadores%20-%20dados/Aspectos%20institucionais/PSA/Programa%20Desmatamento%20Evitado%20_%20SPVS.html Acesso em 05 jul. 2018.

STEINER, F. Urban humam ecology. **Urban Ecosystems**, v. 7; pp.179-197, 2004.

SUDERHSA. **Plano das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira**, 2007. Disponível Em: <http://www.recursoshidricos.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>

TAO, Y.; WANG, H.; OU, W.; GUO, J. A land-cover-based approach to assessing ecosystem services supply and demand dynamics in the rapidly urbanizing Yangtze River Delta region. **Land Use Policy**, v. 72, mar. 2018, pp. 250-258.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H. Modelos de Indicadores de Sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. **Saúde e Sociedade**, v.15, n.1, p. 84-95, jan-abr. 2006.

TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity Project. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations**. London/Washington: Pushpam Kumar. Earthscan, 2010. Disponível em: <http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/#.Ujr1xH9mOG8> Acesso em 28 jun, 2017.

TEIXEIRA, O. P. B. **O Direito ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Ed., 2006.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERRETI, A. R. Measuring and monitoring carbono stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná, Brazil. In: **International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring**. 2002. Taiwan: Taiwan Forestry Research Institute, Extension Serie N. 153, pp. 98-115.

TOMAN, M. Why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capital. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 57-60, abr. 1998.

TURNER, M.G.; DONATO, D.C.; ROMME, W.H. Consequences of spatial heterogeneity for ecosystem services in changing forest landscapes: priorities for future research. **Landscape Ecology**, v. 28, p.1081-1097, 2013.

TURNER, R. K.; DAILY, G. C. The ecosystem services framework and natural capital conservation. **Environmental & Resource Economics**, v. 39, n. 1, p. 25-35, jan. 2008.

ULGIATI, S.; ZUCARO, A.; FRANZESE, P. P. Shared wealth or nobody's land? The worth of natural capital and ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 70, n. 4, p. 778-787, fev. 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME - UNEP. **Emissions gap report** 2018. Nairobi: UNEP. Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26879/EGR2018_ESE_N.pdf?sequence=10 Acesso em 2 dez. 2018.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME - UNEP. **Geo 5: Environment for the future we want**. Nairobi: UNEP, 2012. Disponível em: http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8021/GEO5_report_full_en.pdf?sequence=5&isAllowed=y Acesso em 12 ago. 2018.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME - UN-HABITAT. **World Cities Report 2016**. Nairobi: UN-Habitat. Disponível em: <http://wcr.unhabitat.org/wp-content/uploads/2017/02/WCR-2016-Full-Report.pdf> Acesso em 12 dez. 2018.

UNEP/CBD/COP 7. **Implementation of the strategic plan: evaluation of progress towards the 2010 biodiversity target**: development of specific targets, indicators and a reporting framework. 7th Meet. Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice to the Convention on Biological Diversity, Kuala Lumpur, 2003.

URBAN, T. **Delírio das Águas: projeto de troca dos mananciais sacrifica bacia do Ribeira**. Disponível em: <https://site-antigo.socioambiental.org/webiste/parabolicas/edicoes/edicao42/reportag/pg03.htm> Acesso em 5 dez. 2018.

USEPA. **National Ecosystem Services Classification System (NESCS)** - Framework design and policy application. Final report. Washington, DC: USEPA, 2015. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/110915_nescs_final_report_-_compliant_1.pdf Acesso em 5 dez. 2017.

VAL BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

VEIGA, J. E. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, 2010.

VEIGA, T. B.; COUTINHO, S. S.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Aplicação da técnica Delphi na construção de indicadores de sustentabilidade. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 4, 2013, p. 31-45.

VERBURG, P.; OVERMARS, K. Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. **Landscape Ecology**, v. 24, n.9, pp. 1167-1181, 2009.

VIEIRA, P. F. Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento territorial sustentável. **Política e Sociedade**, Florianópolis, n. 14, p. 27-55, abr. 2009.

VIEIRA, S. A. et al. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 2, Abr./Jun. 2008.

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 235-276, dez. 2007.

WEBER, K. S.; SANQUETTA, C. R.; EISFELD, R. L. Variação volumétrica e distribuição espacial do estoque de carbono em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Acadêmica Ciência Animal**. Curitiba, v.3, n.2, p. 77-85, abr./jun. 2005.

WEI, H. J. et al. Ecosystem Services and Ecological Restoration in the Northern Shaanxi Loess Plateau, China, in Relation to Climate Fluctuation and Investments in Natural Capital. **Sustainability**, v. 9, n. 2, fev. 2017.

WESSOLEK, G., TRINKS, S., DUIJNISVELD, W.H.M., Entwicklung von Bodenund nutzungsspezifischen Regressionsgleichungen zur Ermittlung der Sickerwasserrate aus dem Boden: Das TUB-BGR-Verfahren, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Geozentrum Hannover, TU Berlin, Berlin, Hannover, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Our cities, our health, our future - Acting on social determinants for health equity in urban settings**. Report to the WHO Commission on Social Determinants of Health from the Knowledge Network on Urban Settings. World Health Organization, 2008. Disponível em: https://www.who.int/social_determinants/resources/knus_final_report_052008.pdf Acesso em 14 fev. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals**. Geneva: World Health Organization, 2018.

WINFIELD, I. J. Recreational fisheries in the UK: natural capital, ecosystem services, threats, and management. **Fisheries Science**, v. 82, n. 2, p. 203-212, Mar 2016.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 01, n. 12, 2º trim. 2000.

YANG, W. H. et al. A conservation industry for sustaining natural capital and ecosystem services in agricultural landscapes. **Ecological Economics**, v. 69, n. 4, p. 680-689, fev. 2010.

ZHU, Y., et al. Genetic diversity and disease control in rice. **Nature**, v. 406, n. 6797, p. 718-722, 2000.

ANEXOS

Anexo 1 – Parecer consubstanciado do CEP

USP - FACULDADE DE SAÚDE
PÚBLICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FSP/USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do capital natural e da demanda e oferta de serviços ecossistêmicos na Região Metropolitana de Curitiba

Pesquisador: Amanda Silveira Carbone

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 01561318.1.0000.5421

Instituição Proponente: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP/USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.051.654

Apresentação do Projeto:

O projeto trata da discussão sobre modelos e estruturas de indicadores para subsídio à tomada de decisão e desenvolvimento territorial seja feita de forma integrada, interdisciplinar e multiescalar, buscando abarcar, ainda que parcialmente, a complexidade existente nos sistemas sociais e ambientais.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo da pesquisa é o de analisar a contribuição do capital natural e da dinâmica de oferta/demanda de serviços ecossistêmicos para o desenvolvimento sustentável do território na Região Metropolitana de Curitiba.

O objetivos específicos são:

1. Construir um conjunto de indicadores para avaliar a sustentabilidade da Região Metropolitana de Curitiba a partir da contribuição do capital natural e dos serviços ecossistêmicos
2. Caracterizar o capital natural existente e os serviços ecossistêmicos prestados pelos municípios da Região Metropolitana de Curitiba e analisar as tendências em relação ao desenvolvimento sustentável a partir do conjunto de indicadores construído
3. Analisar a contribuição do capital natural e dos serviços ecossistêmicos da Região Metropolitana de Curitiba para o atingimento de Objetivos do Desenvolvimento Sustentável selecionados
4. Analisar os impactos das dinâmicas socioeconômicas e do uso do solo sobre o capital natural e

Endereço: Av. Doutor Arnaldo, 715

Bairro: Cerqueira Cesar

CEP: 01.246-904

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3061-7779

Fax: (11)3061-7779

E-mail: coep@fsp.usp.br

os serviços ecossistêmicos na RMC

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Risco mínimo

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Apresenta a versão do questionário que segundo a pesquisadora será enviado a cerca de 20 especialistas da área por e-mail.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta TCLE adequado aos sujeitos de pesquisa.

Recomendações:

Aprovação

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1177731.pdf	27/09/2018 17:01:38		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_tese_novaversao.docx	27/09/2018 17:01:14	Amanda Silveira Carbone	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto_tese_plataforma.pdf	22/08/2018 14:54:41	Amanda Silveira Carbone	Aceito
Outros	QuestionarioDelphi.doc	01/08/2018 17:18:57	Amanda Silveira Carbone	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetodoutoradoAmanda.doc	01/08/2018 17:16:17	Amanda Silveira Carbone	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 03 de Dezembro de 2018

Assinado por:
José Leopoldo Ferreira Antunes
(Coordenador(a))

Anexo 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Avaliação do capital natural e da demanda e oferta de serviços ecossistêmicos na Região Metropolitana de Curitiba

Pesquisador Responsável: Amanda Silveira Carbone

Esta pesquisa faz parte de uma Tese de Doutorado da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (linha de pesquisa: saúde ambiental, modos de vida e sustentabilidade) e tem como objetivo avaliar o capital natural e a oferta e demanda de serviços ecossistêmicos na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), visando contribuir para sua gestão sustentável. Essa avaliação será realizada a partir de um conjunto de indicadores validado por especialistas no tema. Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) se refere aos questionários realizados por email para a validação dos indicadores.

Cada participante da pesquisa receberá um questionário para avaliar a relevância dos indicadores propostos e sugerir a inclusão de novos indicadores, se pertinente. Os questionários serão um importante meio para alcançar os objetivos da pesquisa, tendo em vista a relevância da execução de um processo de validação em análises que envolvam indicadores de sustentabilidade. Esse processo validará e atestará a relevância de um conjunto de indicadores para análise do capital natural e dos serviços ecossistêmicos oferecidos e demandados na Região Metropolitana de Curitiba.

Na referida pesquisa há riscos, embora sejam mínimos, como o eventual vazamento do roteiro de entrevista, causando algum tipo de constrangimento ao entrevistado e possível má interpretação de alguma (s) questão (ões) por parte do entrevistado, podendo gerar constrangimento ou resposta errônea.

Este TCLE está sendo emitido em duas vias: uma ficará em posse da pesquisadora responsável e outra em posse do participante.

Este consentimento foi elaborado de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos. Atende a Resolução n. 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde – Brasília / DF, e suas complementares.

É assegurado aos participantes:

- Receber resposta a qualquer pergunta e esclarecimento sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados à pesquisa;
- A liberdade para retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo;
- Não ser identificado e ser mantido o caráter confidencial das informações relacionadas à privacidade.
- Procurar esclarecimentos com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Av. Dr. Arnaldo, 715 –

Cerqueira César, São Paulo - SP, em caso de dúvidas a respeito da ética do projeto ou notificações necessárias.

Declaro estar ciente do exposto e desejar participar desta pesquisa.

São Paulo, _____ de _____ de _____ .

Nome do sujeito: _____

Assinatura: _____

Eu, Amanda Silveira Carbone, declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto ao participante e/ou responsável.

Assinatura:

Data:

Em caso de dúvidas ou necessidade de esclarecimentos sobre a pesquisa, entrar em contato com Amanda Carbone pelo telefone: (11) 99383-0800.
Orientador: Arlindo Philippi Junior.

Anexo 3 – Questionário da 1ª rodada Delphi

Tese de doutorado: Avaliação do capital natural e da demanda e oferta de serviços ecossistêmicos na Região Metropolitana de Curitiba

Responsável: Amanda Silveira Carbone

Nome do entrevistado:

Profissão:

Atividade atual:
o tema:

Cidade:

Há quanto tempo trabalha com

Você está recebendo um questionário que pretende avaliar:

- Um conjunto de indicadores de capital natural, um conjunto de indicadores de oferta e demanda para três serviços ecossistêmicos (provisão de água, provisão de alimentos e regulação climática global) e um conjunto de indicadores de contexto.

O objetivo desse questionário é validar com especialistas um conjunto de indicadores que será utilizado para avaliar o capital natural e a oferta e demanda de serviços ecossistêmicos na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), visando contribuir para sua gestão sustentável. A análise dos indicadores propiciará a identificação de tendências temporais e espaciais, tendo os 29 municípios da RMC como unidades de análise.

A validação dos indicadores requer mais de uma rodada de questionários, para se buscar o máximo de consenso possível. Após a obtenção dos resultados desta primeira rodada você receberá um novo questionário.

Para este estudo, considera-se:

Indicadores de capital natural medem o estoque de recursos naturais que gera um fluxo de bens e serviços ecossistêmicos utilizados para o bem estar humano. Embora existam vários serviços ecossistêmicos prestados pela natureza, neste estudo foram selecionados três considerados por Wood et al. (2018) como serviços que podem contribuir mais amplamente para o atingimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS): serviço de provisão de alimentos, serviços de provisão de água e regulação climática global.

Indicadores de Oferta e Demanda serviços ecossistêmicos – a análise do fornecimento de serviços ecossistêmicos deve considerar não somente sua provisão, mas também as necessidades humanas em relação a esses serviços, ou seja, sua demanda, dimensão que não tem sido suficientemente considerada (BURKHARD et al., 2012, 2014).

Indicadores de contexto – medem fatores que afetam direta ou indiretamente o capital natural e o fornecimento de serviços ecossistêmicos (IPBES, 2016).

Estão indicadas nas tabelas as principais referências utilizadas para a seleção dos indicadores. Dentre os critérios utilizados, destacam-se a disponibilidade dos dados, a relevância e a amplitude geográfica adequada (escala municipal). Destaca-se que a seleção dos indicadores foi realizada a partir de ampla revisão bibliográfica. No entanto, o intuito foi selecionar um conjunto conciso de indicadores (atente que, para o caso dos serviços ecossistêmicos, é necessário ao menos um indicador de oferta e um de demanda).

Instruções:

Assinale com um X as respostas às questões 1, 2 e 3 do questionário, indicando o grau de relevância que você atribui a cada indicador: Muito relevante/ Relevante/ Irrelevante / Inadequado para o tema.

Ao final de cada tabela de indicadores há um espaço para sugestão de inclusão de novos indicadores que você considere importantes. Se possível, atribua o grau de relevância dos indicadores sugeridos e a razão para sua inclusão. Você também pode usar esse espaço para sugerir alteração no cálculo de algum indicador da tabela, se necessário, ou para explicar porque considerou algum indicador irrelevante/inadequado.

Questão 1. Assinale com um X o grau de relevância que você atribui a cada um dos indicadores de capital natural propostos no quadro abaixo:

Indicadores de capital natural						
Te ma	Indicador	Referên cia chave	Avaliação			
			Muito releva nte	Releva nte	Irreleva nte	Inadequ ado
Agricultura	Área agrícola (hectares)	-				
	Número de unidades de produção orgânica/agricultura sustentável	CDB (2016)				
	Área de pastagens degradadas (hectares)	IPARDES				
Água	Área de proteção aos mananciais (% do município)	-				
Biodiversidade	Área florestal como proporção da área total do território (indicador meta 15.1 ODS) (% do município)	CDB (2016) / ODS				
	Área de vegetação nativa como proporção da área total do território (% do município)	CDB (2016)				

	Área Prioritária para Conservação como proporção da área total do território (% do município)	Baseado em CDB (2016)				
	Extensão de habitats naturais (área do território exceto área urbana e agricultura) (hectares)	CDB (2016)				
	Porcentagem do município com Unidades de Conservação (% do município)	CDB (2016)				
	Número de unidades de conservação (federais, estaduais e municipais) por município	CDB (2016)				
	Vegetação nativa em áreas de Reserva Legal/APP (hectares)*	SPVS (2018)				
	Vegetação nativa por habitante (m²/habitante)	SPVS (2018)				

* Área em hectares de vegetação nativa declarada pelos proprietários no Cadastro Ambiental Rural – CAR.

Comentários: _____

Questão 2. Assinale com um X o grau de relevância que você atribui a cada um dos indicadores de oferta e demanda de serviços ecossistêmicos propostos no quadro abaixo:

Indicadores de serviços ecossistêmicos						
Tema	Indicador	Referência chave	Avaliação			
			Muito relevante	Relevante	Irrelevante	Inadequado
Provisão de água	Porcentagem da população atendida com serviço adequado de água potável (indicador meta 6.1 ODS) (oferta) (%)	CDB (2016)				

	População total do município (demanda)	-				
	Disponibilidade hídrica dos mananciais de abastecimento da RMC (oferta) (l/s por bacia hidrográfica)*	Layke (2009)				
	Área de Proteção de Mananciais (oferta) (% do município)	-				
	Demanda hídrica para abastecimento público segundo municípios (demanda) (vazão em litros)	IPARDES				
Provisão de alimentos	Produção agrícola (oferta) (toneladas/ano por município)	Layke (2009); Baró et al. (2017)				
	Produção animal (oferta) (unidades de gado/ano por município)	Layke (2009); Baró et al. (2017)				
	Consumo de alimentos per capita (demanda) (kg/pessoa/ano)	Burkhard et al. (2014)				
	Insegurança alimentar e nutricional (demanda) (grau de vulnerabilidade) **	CDB (2016)				
Regulação climática global	Estoque de carbono (oferta) (toneladas/ha x área de vegetação nativa do município) ***	Baseado em Burkhard et al. (2014)				
	Emissão de carbono (demanda) (tCO ₂ /hab./ano x população total do município)	Baseado em Baró et al. (2017)				

	Vulnerabilidade às mudanças climáticas (demanda) (municípios vulneráveis - sim/não)	IPBES (2016)				
--	---	--------------	--	--	--	--

*Este é o único indicador não desagregado em nível municipal.

**Dados do Relatório da Segurança Alimentar e Nutricional nos Municípios (Ministério do Desenvolvimento Social).

***Será utilizada estimativa de tonelada de C por hectare para Floresta Ombrófila Mista (Weber et al., 2005).

Comentários: _____

Questão 3. Assinale com um X o grau de relevância que você atribui a cada um dos indicadores de contexto propostos no quadro abaixo:

Indicadores de contexto						
Tema	Indicador	Referência chave	Avaliação			
			Muito relevante	Relevante	Irrelevante	Inadequado
Economia	PIB per capita (reais)	IPBES (2016)				
	Índice de Gini da Renda Domiciliar Per Capita*	IDS/IBGE				
	Valor adicionado por segmentos da economia (reais e %)	IPBES (2016)				
	População em extrema pobreza (%)	IPBES (2016)				
Demografia	População total (por município)	IPBES (2016)				
	Densidade demográfica (hab./km²)	-				
	Grau de urbanização (%)	IPBES (2016)				

Influências socioculturais	IDH-M	IPBES (2016)				
	Número médio de anos de estudo	-				
Aspectos institucionais/ Governança	Existência de Secretaria de Meio Ambiente	-				
	Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente	IDS				
	Número de financiamentos do Plano ABC por município (subsídios à agricultura sustentável)	baseado em IPBES (2016)				
	ICMS Ecológico	SPVS (2018)				
	Pagamento por serviços ambientais	-				
	Existência de Plano Municipal da Mata Atlântica	-				
	Existência de planos de manejo nas Unidades de Conservação	-				
Uso do solo	Área com infraestrutura urbana (hectares)	IPBES (2016)				
Mudanças climáticas	Vulnerabilidade às mudanças climáticas (municípios vulneráveis – sim/não)	IPBES (2016)				
Poluição	Índice de tratamento de esgoto (%)	IPBES (2016)				

*Grau de concentração de renda no município (valor entre 0 e 1).

Comentários: _____

Agradecemos antecipadamente a sua participação nessa pesquisa. Sua contribuição será muito importante para o processo de validação dos indicadores de capital natural e de serviços ecossistêmicos que serão analisados no estudo.

Estou à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários. Telefone: (11) 99383-0800 ou email: as.carbone@usp.br

Anexo 4 – Questionário da 2ª rodada Delphi

Tese de doutorado: Avaliação do capital natural e da demanda e oferta de serviços ecossistêmicos na Região Metropolitana de Curitiba

Responsável: Amanda Silveira Carbone

Nome do entrevistado:

Informações sobre o questionário

Inicialmente gostaria de agradecer sua participação e contribuições na primeira rodada de aplicação da técnica Delphi. Esta é a segunda rodada de aplicação de questionários da pesquisa. Este processo visa validar com especialistas um conjunto de indicadores que será utilizado para avaliar o capital natural e a oferta e demanda de serviços ecossistêmicos na Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

Do total de questionários enviado, obteve-se um índice de resposta de 60%, equivalendo a 12 questionários respondidos e retornados. Foi feita uma análise estatística das respostas dos participantes e buscou-se incorporar ao máximo as contribuições.

Este questionário contém os indicadores avaliados na primeira rodada, o grau de relevância por você atribuído a cada indicador, acrescido da moda (grau de relevância do indicador que ocorreu com maior frequência, levando em conta todas as respostas) e da frequência das respostas “Muito Relevante” e “Relevante”. Foram mantidos os indicadores cuja frequência acumulada das respostas “Muito Relevante” e “Relevante” foi igual ou maior que 75% das respostas. Apenas um indicador foi eliminado nesse processo (indicado com a cor vermelha). Alguns indicadores foram incluídos nesta segunda rodada e constam em quadros separados. Alguns indicadores sofreram modificação, indicada com controle de alterações.

Estes resultados estão sendo enviados a todos os participantes para que, caso julguem necessário, possam rever sua avaliação inicial. O objetivo é também que os novos indicadores sejam avaliados por seu grau de relevância.

Instruções:

- Verifique os quadros 1, 2 e 3 e indique no espaço abaixo de cada um se concorda ou discorda com o resultado obtido na primeira rodada de aplicação dos questionários e a justificativa para uma possível discordância.

- Assinale com um X as respostas às questões 1, 2 e 3 do questionário, indicando o grau de relevância que você atribui a cada novo indicador incluído na segunda rodada Delphi: Muito relevante/ Relevante/ Irrelevante / Inadequado para o tema.

Legenda:

4 - Muito Relevante

G – Grau de relevância atribuído

3 – Relevante

M – Moda

2 – Irrelevante

F – Frequência acumulada dos graus 4 e 3

1 – Inadequado

(Muito relevante + Relevante)

Quadro 1. Indicadores de capital natural.

Indicadores de capital natural				
Tema	Indicador	Avaliação		
		G	M	F
Agricultura	Área agrícola (hectares e % do município)	4	4	83,33
	Número de unidades de produção orgânica	4	3	91,67
	Área de pastagens degradadas (hectares e % do município)	3	4	75,00
Água	Área de proteção aos mananciais (% do município)	4	4	91,67
Biodiversidade	Área florestal como proporção da área total do território (indicador meta 15.1 ODS) (% do município)	3	3	100,00
	Área de vegetação nativa como proporção da área total do território (% do município)	4	4	100,00
	Área Prioritária para Conservação como proporção da área total do território (% do município)	3	4	100,00
	Extensão de habitats naturais (área do território exceto área urbana e agricultura) (hectares)	4	4	91,67
	Porcentagem do município com Unidades de Conservação de Proteção integral (% do município)	4	4	100,00
	Número de unidades de conservação (federais, estaduais e municipais) por município	4	2	58,33

	Vegetação nativa em áreas de Reserva Legal/APP (hectares)*	4	4	100,00
	Vegetação nativa por habitante (m²/habitante)	3	4	75,00

* Área em hectares de vegetação nativa declarada pelos proprietários no Cadastro Ambiental Rural – CAR.

Questão 1. Concorde/discorde (justificativa em caso de discordância):

Questão 2. Assinale com um X o grau de relevância que você atribui a cada um dos indicadores de capital natural incluídos na segunda rodada Delphi:

Indicadores de capital natural incluídos					
Tema	Indicador	Avaliação			
		Muito relevante	Relevante	Irrelevante	Inadequado
Agricultura	Área de produção orgânica (<u>hectares e % do município</u>)				
Biodiversidade	Porcentagem do município com Unidades de Conservação de Uso Sustentável (% do município)				

Quadro 2. Indicadores de oferta e demanda de serviços ecossistêmicos.

Indicadores de serviços ecossistêmicos				
Tema	Indicador	Avaliação		
		G	M	F
Provisão de água	Porcentagem da população atendida com serviço adequado de água potável (indicador meta 6.1 ODS) (oferta) (%)	4	4	91,67
	População total do município (demanda)	4	3	100,00
	Disponibilidade hídrica dos mananciais de abastecimento da RMC (oferta) (l/s por bacia hidrográfica)*	4	4	100,00
	Área de Proteção de Mananciais (oferta) (% do município)	4	4	91,67
	Demanda hídrica para abastecimento público segundo municípios (demanda) (vazão demandada em litros <u>e litros per capita</u>)	4	4	91,67
	Produção agrícola (oferta) (toneladas/ano por município)	4	3	100,00

Provisão de alimentos	Produção animal (oferta) (unidades de gado/ano por município)	2	3	83,33
	Consumo de alimentos per capita (demanda) (kg/pessoa/ano)	4	4	91,67
	Insegurança alimentar e nutricional (demanda) (grau de vulnerabilidade) **	4	4	83,33
Regulação climática global	Estoque de carbono (oferta) (toneladas/ha x área de vegetação nativa do município) ***	4	4	100,00
	Emissão de carbono (demanda) (tCO ₂ /hab./ano x população total do município)	4	4	91,67
	Vulnerabilidade às mudanças climáticas (demanda) (municípios vulneráveis - sim/não)	4	4	100,00

*Este é o único indicador não desagregado em nível municipal.

**Dados do Relatório da Segurança Alimentar e Nutricional nos Municípios (Ministério do Desenvolvimento Social).

***Será utilizada estimativa de tonelada de C por hectare para Floresta Ombrófila Mista (SPVS, 2011).

Questão 3. Concorde/discorde (justificativa em caso de discordância):

Questão 4. Assinale com um X o grau de relevância que você atribui a cada indicador de oferta e demanda de serviços ecossistêmicos incluídos na segunda rodada Delphi:

Indicadores de serviços ecossistêmicos					
Tema	Indicador	Avaliação			
		Muito relevante	Relevante	Irrelevante	Inadequado
Provisão de água	Disponibilidade de hídrica subterrânea (potencial) da RMC (oferta) (l/s por aquífero por bacia hidrográfica)*				
	Uso das águas subterrâneas (vazão captada em				

	l/s por município)				
Provisão de alimentos	Produção orgânica (oferta) (toneladas por ano por município)				

Quadro 3. Assinale com um X o grau de relevância que você atribui a cada um dos indicadores de contexto propostos no quadro abaixo:

Indicadores de contexto				
Tema	Indicador	Avaliação		
		G	M	F
Economia	PIB per capita (reais)	3	3	91,67
	Índice de Gini da Renda Domiciliar Per Capita*	3	3	83,33
	Valor adicionado por segmentos da economia (reais e %)	3	3	75,00
	População em extrema pobreza (%)	3	4	100,00
Demografia	População total (por município)	4	4	75,00
	Densidade demográfica (hab./km²)	4	4	100,00
	Grau de urbanização (%)	4	4	91,67
Influências socioculturais	IDH-M	4	4	91,67
	Número médio de anos de estudo	3	3	75,00
Aspectos institucionais/ governança	Existência de Secretaria de Meio Ambiente	4	4	100,00
	Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente	4	4	91,67
	Número de financiamentos do Plano ABC por município (subsídios à agricultura sustentável)	4	3	83,33
	ICMS Ecológico	4	4	83,33
	Pagamento por serviços ambientais	3	4	91,67
	Existência de Plano Municipal da Mata Atlântica	4	4	91,67
	Existência de planos de manejo nas Unidades de Conservação	4	3	91,67
Uso do solo	Área com infraestrutura urbana (hectares e % do município)	3	3	75,00
Mudanças climáticas	Vulnerabilidade às mudanças climáticas (municípios vulneráveis – sim/não)	4	4	100,00
Poluição	Índice de Esgoto Tratado Referido à Água Consumida (%)	4	4	100,00

*Grau de concentração de renda no município (valor entre 0 e 1).

Questão 5. Concorda/discorda (justificativa em caso de discordância):

Questão 6. Assinale com um X o grau de relevância que você atribui a cada um dos indicadores de contexto incluídos na segunda rodada Delphi:

Indicadores de contexto					
Tema	Indicador	Avaliação			
		Muito relevante	Relevante	Irrelevante	Inadequado
Influências socioculturais	Índice IPARDES de Desempenho Municipal (IPDM) (três dimensões: renda, emprego e agropecuária; saúde e educação).				
Aspectos institucionais/governança	Orçamento anual disponível para conservação da biodiversidade (% do orçamento anual total)*				
	Existência de equipamentos e veículos para fiscalização voltada à conservação da biodiversidade (sim/não)*				
	Funcionários municipais disponíveis para conservação da biodiversidade (% em relação ao total de funcionários da prefeitura)*				
Uso do Solo	População residente em aglomerados subnormais (% em relação à população total residente em domicílios particulares ocupados)				
	Área de mineração como proporção da área total do território (% do município)				
	Área de florestas plantadas para fins comerciais como proporção da área total do território (% do município)				
Poluição	% de estabelecimentos agropecuários que utiliza agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos do município				
	Taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares em				

	relação à população total (%)				
--	-------------------------------	--	--	--	--

Resposta aos comentários da primeira rodada: _____

Estou à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.
 Telefone: (11) 99383-0800 ou email: as.carbone@usp.br

Anexo 5 - Ficha dos indicadores

Indicadores de capital natural

Área com agropecuária (hectares e % do município)

Descrição: A área com agropecuária soma as áreas com pastagem, áreas agrícolas e os mosaicos de agricultura e pastagem. A partir dessa soma, calcula-se a proporção (%) de área agropecuária em relação à área total do município.

Pastagem: Áreas de pastagens, naturais ou plantadas, vinculadas à atividade agropecuária

Agricultura: áreas com culturais, anuais, perenes e semi-perenes

Mosaico de agricultura e pastagem: áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.

Fonte: Cálculo a partir de dados do Mapbiomas disponíveis de 1985 a 2017.

Área com agricultura orgânica (hectares)

Descrição: Área com agricultura orgânica estimada em hectares de área colhida (em casos em que tenha havido mais de uma safra anual na mesma área, considera-se novamente a mesma área na contabilização total). Há municípios com ausência de dados: nestes locais não foi identificada existência de produção orgânica. Os dados foram coletados pela Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), Departamento de Economia Rural (DERAL) a partir de consulta de informações pertinentes à produção junto às entidades certificadoras e outras fontes.

Fonte: SEAD/DERAL – 2004 a 2009

Estabelecimentos agropecuários por uso de agricultura orgânica (número e %)

Descrição: Número de estabelecimentos agropecuários por uso de agricultura orgânica e porcentagem em relação ao total de estabelecimentos

agropecuários. Dados só disponíveis para 2017, ano em que o tema da agricultura orgânica entrou no censo agropecuário.

Fonte: Censo Agropecuários IBGE 2017 – Resultados preliminares

Área de pastagens em más condições de uso (hectares e %)

Descrição: Área de pastagens em más condições de uso calculada em hectares e sua proporção em relação à área total dos estabelecimentos agropecuários do município.

Para o Censo Agropecuário de 2017, pastagem plantada em más condições de uso (degradada ou sem uso) corresponde à área plantada com espécies vegetais, destinada ao pastejo dos animais existentes no estabelecimento, considerada nestas condições pelo próprio produtor. Inicialmente produtiva, tal pastagem assumira esta condição devido à ausência de manutenção ou ao uso intensivo, podendo apresentar outros problemas, como erosão, plantas invasoras e cupinzeiros.

No Censo Agropecuário de 2006, a definição utilizada era: Pastagem plantada degradada por manejo inadequado ou por falta de conservação, que se encontrava degradada ou pouco produtiva - abrangeram as áreas plantadas com espécies vegetais destinadas ao pastoreio dos animais existentes no estabelecimento, nestas condições.

Tendo em vista as diferenças de definição entre os anos, não é possível comparar os dados historicamente.

Os dados das Unidades Territoriais com menos de 3 (três) informantes estão desidentificados com o caracter X.

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário – 2017.

Área de proteção aos mananciais (% do município)

Descrição: Proporção do município com Áreas de Proteção aos Mananciais (referenciado pela Lei Estadual nº 12.248, de 31 de julho de 1998). Tem como finalidade controlar o uso e ocupação do solo, de forma a garantir condições de qualidade da água compatíveis com o abastecimento público. O termo usado atualmente é Áreas de Interesse de Mananciais de Abastecimento Público da Região Metropolitana de Curitiba pelo Decreto 4435 de 29 de junho de 2016.

Fonte: Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba – COMEC, 2008 e 2016 (para 2016 foram utilizados dados georreferenciados para o cálculo, visando atualizar a proporção de áreas de proteção aos mananciais após a promulgação do novo decreto).

Área florestal como proporção da área total do território (indicador meta 15.1 ODS) (% do município)

Descrição: Área florestal corresponde à soma entre as áreas de floresta nativa e floresta plantada em hectares. A partir dessa soma, calcula-se a proporção (%) de área florestal em relação à área total do município. Floresta plantada é definida como espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. eucalipto, pinus, araucária).

Fonte: Cálculo a partir de dados do Mapbiomas disponíveis de 1985 a 2017.

Área de vegetação nativa como proporção da área total do território (% do município)

Descrição: Área de vegetação nativa envolve, além de floresta nativa (Mata Atlântica, no caso da Região Metropolitana de Curitiba (RMC)), outras formações naturais não florestais, como os campos naturais e os apicuns. No entanto, embora a existência de campos naturais na RMC seja expressiva, o processamento de dados utilizado no Mapbiomas não captou essa formação natural. Assim, esse indicador retrata apenas a área de floresta nativa como proporção da área total do território (%), indicando uma limitação na existência de dados para comparação intermunicipal no que diz respeito aos campos naturais.

Fonte: Cálculo a partir de dados do Mapbiomas disponíveis de 1985 a 2017.

Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no Paraná como proporção da área total do território (% do município)

Descrição: Proporção do município com áreas estratégicas para a conservação e recuperação da biodiversidade. As Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no Paraná são previstas pela Resolução Conjunta SEMA / IAP 05, de 29 de setembro de 2009. Este projeto visa a conservação dos remanescentes florestais e a restauração de áreas para a formação de corredores ecológicos. O mapeamento das áreas estratégicas envolveu análises de imagens de satélite (INPE 2008), análise de pesquisadores do Paraná, relativa ao habitat de espécies ameaçadas de extinção, bem como inseridos os seguintes estudos: Áreas Prioritárias para a Biodiversidade, estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA; projeto Rede da Biodiversidade; Sistema Estadual e Federal de Unidades de Conservação, como Parques, Estações Ecológicas e outras Unidades de Conservação existentes no Paraná e suas áreas de amortecimento e as “Áreas Prioritárias do Paraná” definidas no Decreto Estadual nº 3.320, de 12 de julho de 2004, SISLEG – Reserva Legal.

Fonte: Dados Instituto Ambiental do Paraná – IAP e cálculo realizado com uso de software livre para geoprocessamento.

Extensão de habitats naturais (área do território exceto área urbana e agricultura) (hectares)

Descrição: Área do território municipal composta por habitats naturais, calculada em hectares. A definição de “habitat” adotada é a que propõe a Convenção da Diversidade Biológica (CDB), “um lugar ou tipo de local onde ocorrem naturalmente organismos e populações”. Também é utilizada de forma complementar a definição da *International Finance Corporation* (IFC), adotada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente: “áreas compostas por espécies viáveis animais e/ou vegetais de origem predominantemente nativa e/ou onde a atividade humana não alterou essencialmente as funções ecológicas primárias de uma área e a composição de espécies”. Assim, não se configuram como habitats naturais áreas voltadas à agricultura, silvicultura, mineração, dentre outras. Além das florestas nativas, podem ser incluídos nesse indicador outras formações vegetais não florestais, além de praias, dunas, afloramentos rochosos naturais e corpos d’água, como rios, lagos e represas.

No caso da RMC, o indicador resultou da soma da área de floresta nativa e corpos d’água no território, pois a referência utilizada, Mapbiomas, não quantifica atualmente os campos naturais da região.

Fonte: Cálculo a partir de dados do Mapbiomas disponíveis de 1985 a 2017.

Referências: CDB. Biodiversity glossary. Disponível em:

<https://www.cbd.int/cepa/toolkit/2008/doc/CBD-Toolkit-Glossaries.pdf>

UN Environment. Biodiversity terms – Natural habitat. Disponível em:

<http://biodiversitya-z.org/content/natural-habitats>

IFC. Performance Standard 6: Biodiversity Conservation and Sustainable Management of Living Natural Resources. International Finance Corporation, Washington DC, EUA, 2012.

Porcentagem do município com Unidades de Conservação de Proteção integral em relação ao total de floresta nativa (%)

Descrição: Porcentagem do município com Unidades de Conservação de Proteção Integral em relação à área total de floresta nativa. Esse cálculo de porcentagem é precedido da soma da área, em hectares, de UCs federais, estaduais e municipais em cada município.

Unidade de Conservação: Trata-se de espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Foram aqui incluídos os bosques de conservação existentes no município de Curitiba, pois embora não constem no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, possuem o mesmo status de proteção.

Fonte(s): Instituto Ambiental do Paraná – IAP e Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental – SPVS.

Dados IAP utilizados no cálculo do ICMS Ecológico por Biodiversidade (Planilha de Valores em Reais Repassados por Unidade de Conservação da

Natureza (UC) e Área Especialmente Protegida (AEP) - Exercício/2017): Para UCs compostas por mais de um município - Parque Estadual das Lauráceas, Parque Estadual Pico Paraná, Parque Estadual de Campinhos, Parque Estadual Pico do Marumbi (dado RMC só de Piraquara. Quatro Barras faz parte, mas não foi contabilizado pelo IAP por fazer sobreposição com a AEIT Marumbi).
Dados SPVS (dados não publicados): Parque Estadual Serra da Baitaca (dado não constava na tabela do IAP por questões de regularização fundiária da UC, pois para receber os benefícios do ICMSe a UC necessita estar regularizada do ponto de vista fundiário - Portaria IAP nº 263/1998.)
Dados SPVS (2018): Demais UCs contabilizadas.

Porcentagem do município com Unidades de Conservação de Uso Sustentável (% do município)

Descrição: Porcentagem do município com Unidades de Conservação de Uso Sustentável em relação à área total do município. Esse cálculo de porcentagem é precedido da soma da área, em hectares, de UCs federais, estaduais e municipais em cada município.

Unidade de Conservação: Trata-se de espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Fonte(s): Instituto Ambiental do Paraná – IAP e Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental – SPVS.

Dados IAP utilizados no cálculo do ICMS Ecológico por Biodiversidade (Planilha de Valores em Reais Repassados por Unidade de Conservação da Natureza (UC) e Área Especialmente Protegida (AEP) - Exercício/2017): Para UCs compostas por mais de um município - APA Estadual da Escarpa Devoniana.

Dados SPVS (dados não publicados): Utilizados devido à ausência de dados do IAP - APA Estadual do Passaúna, APA Estadual do Rio Verde, APA Estadual do Iraí, AEIT do Marumbi (IAP só considerou área de Campina Grande do Sul e Quatro Barras, por isso foi desconsiderado), Área de Interesse Especial Regional do Iguaçu (dado não constava na tabela do IAP por questões de regularização fundiária da UC, pois para receber os benefícios do ICMSe a UC necessita estar regularizada do ponto de vista fundiário - Portaria IAP nº 263/1998.)

Dados SPVS (2018): Para UCs compostas por apenas um município da RMC - APA de Guaraqueçaba e Floresta Nacional do Açungui.

Vegetação nativa em áreas de Reserva Legal/APP (hectares)

Descrição: Área, em hectares, de vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APP) declarada pelos proprietários no Cadastro Ambiental Rural – CAR até o ano de 2018. A proteção às APPs é prevista no Novo Código Florestal, Lei Federal n. 12.651/2012.

O CAR é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais referentes à situação das APP, das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. Por serem autodeclaratórios, os dados estão sujeitos à veracidade das informações fornecidas pelos proprietários rurais, até posterior fiscalização do órgão competente (IAP, no caso dos municípios paranaenses).

Fonte: Dados georreferenciados do Serviço Florestal Brasileiro (SFB). Cálculo realizado com uso de software livre para geoprocessamento (QuantumGIS).

<http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads?sigla=PR>

Vegetação nativa por habitante

Descrição: Área de vegetação nativa em hectares dividida pelo número de habitantes do município.

Fonte: Cálculo a partir de dados vegetação nativa do Mapbiomas e de população do IBGE, para 2000, 2010 e 2017.

Indicadores de serviços ecossistêmicos

Avaliação da oferta-demanda do abastecimento urbano de água

Descrição: A avaliação da oferta-demanda de água para abastecimento urbano é um indicador oriundo de um diagnóstico realizado pela Agência Nacional de Águas em 2015, com o objetivo de verificar a situação dos mananciais e dos sistemas produtores de água quanto ao atendimento das demandas hídricas futuras.

Quando o manancial e o sistema produtor apresentaram condições de atendimento às demandas urbanas até o ano de 2015, o abastecimento de água para a sede municipal foi considerado satisfatório.

De outro lado, quando o balanço entre a oferta e a demanda se mostrou com saldo negativo (déficit), foi identificada a necessidade de investimentos em obras para o aproveitamento de novos mananciais ou para adequação dos sistemas existentes.

A situação dos municípios foi classificada segundo a oferta de água para abastecimento urbano:

- satisfatório: os mananciais e sistemas produtores atendem aos critérios de quantidade e qualidade

- requer ampliação do sistema: sistema produtor não consegue atender à demanda projetada
- requer novo manancial: manancial não atende aos critérios de avaliação devido à problema de quantidade e/ou qualidade

Fonte: ANA. 2015. Atlas Brasil do Abastecimento Urbano de Água. Brasília: Agência Nacional de Águas.
<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8&mapa=diag>

Demanda hídrica municipal (demanda) (vazão captada em litros por segundo)

Descrição: A demanda hídrica municipal é calculada a partir da soma da vazão captada em litros por segundo, superficial e subterrânea, para os diferentes tipos de uso da água. Cada tipo de uso interfere na demanda por recursos hídricos (tanto na quantidade quanto na qualidade) refletindo-se nas disponibilidades presentes e futuras, e podendo comprometer as metas de sustentabilidade no uso dos recursos hídricos.

O indicador leva em conta os usos para abastecimento público (uso doméstico), industrial, minerário, agrícola e pecuário. As informações são oriundas do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná.

Abastecimento doméstico: Para a estimativa das vazões captadas em mananciais, superficiais e subterrâneos, foram consideradas as informações do Cadastro de Outorga SUDERHSA (2007). Aqui entram as vazões captadas por sistemas públicos e por sistemas independentes (rurais).

Indústria: Somatório entre a demanda de água superficial industrial e da demanda de água subterrânea industrial. Cadastro de Outorgas. SUDERHSA, 2007. As indústrias foram localizadas em suas respectivas bacias e unidades hidrográficas através dos municípios relacionados no próprio cadastro.

Mineração: Somatório entre a demanda de água superficial e a demanda de água subterrânea do setor minerário. Cadastro da MINEROPAR, 2006 e Cadastro de Outorga da SUDERHSA, 2007. Considerou-se as atividades de produção de água mineral e areia (3 m³ de água para cada metro cúbico de areia lavada, em circuito fechado).

Agricultura: Somatório entre a demanda de água superficial e a demanda de água subterrânea do setor agrícola. Áreas irrigadas (EMATER, 2005). Demanda específica estimada para a irrigação no Paraná: 0,209 L/s/ha (Águas Doces no Brasil, 2006)

Foi identificado o tipo de manancial explorado (superficial ou subterrâneo), de acordo com o Cadastro de Outorga da SUDERHSA.

Pecuária: A quantificação do efetivo de rebanhos foi feita a partir da Produção da Pecuária Municipal, 2003 (IBGE). Para a demanda de dessedentação, foi aplicada a metodologia denominada BEDA – Bovinos Equivalentes para Demanda de Água, que pondera a demanda unitária de água para a dessedentação de cada espécie em relação ao bovino. Com fonte nos dados fornecidos pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB), foi considerada a demanda de 40 L/dia

para cada cabeça de bovino. A demanda total de água para a atividade pecuária foi obtida através da soma da demanda de água para dessedentação (metodologia BEDA) e a demanda de água para higiene da criação de rebanhos em confinamento. Para o último caso, consideram-se apenas os rebanhos suínos, na medida em que, na avicultura, a utilização de camas secas elimina a utilização de água para limpeza e a maioria dos outros rebanhos é criada de forma extensiva, não havendo, portanto, dados que permitam quantificar os rebanhos confinados.

Para a higiene e resfriamento dos rebanhos suínos, com fonte na Instrução Normativa para Licenciamento de Suinocultura do IAP, o consumo considerado foi de 5 litros/dia por cabeça. Índice de exploração de mananciais com fonte no Cadastro de Outorga.

Fonte: PARANÁ (2009a, 2009b) – Plano Estadual de Recursos Hídricos – Paraná.

Consumo de água per capita (l/hab/dia)

Descrição: O cálculo do consumo de água per capita foi realizado a partir dos dados populacionais do IBGE (2004) e do Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS (2004). A média da demanda per capita de cada município foi calculada pelo quociente entre o volume macro produzido de água (SNIS) e a população atendida de água (SNIS), para cada município. Já para a demanda rural, segundo dados bibliográficos, foi considerado uma demanda média per capita de 90 L/hab/dia (PLANO).

Fonte: PARANÁ (2009a, 2009b) – Plano Estadual de Recursos Hídricos – Paraná.

Disponibilidade hídrica dos mananciais de abastecimento da RMC (oferta) (l/s por bacia hidrográfica)

Descrição: A disponibilidade hídrica superficial dos mananciais de abastecimento da RMC foi obtida por bacia hidrográfica, em litros por segundo. As bacias selecionadas são as que compreendem as Áreas de Interesse de Mananciais de Abastecimento Público (Decreto n. 4435 - 29 de Junho de 2016): Alto Iguaçu, Ribeira e bacia Litorânea.

Os cálculos constam no Plano Estadual de Recursos Hídricos, e consideram as vazões típicas QLT (vazão média de longo termo) e Q95% (vazão com frequência igual a 95% da curva de permanência de vazões). Para isso utilizou-se as séries de vazões observadas nas estações fluviométricas existentes. As curvas de permanência de vazões foram desenvolvidas, prioritariamente, para o período de 1978 a 2006. Esse período foi definido com base na avaliação dos registros históricos de todas as estações fluviométricas, com dados disponíveis no Estado do Paraná e operadas pela SUDERHSA, a qual mostrou haver uma maior quantidade de séries cobrindo esse período.

Fonte: PARANÁ (2009c) – Plano Estadual de Recursos Hídricos – Paraná.

Disponibilidade hídrica subterrânea (potencial) da RMC (oferta) (l/s por aquífero por bacia hidrográfica)

Descrição: Disponibilidade hídrica subterrânea em litros por segundo por aquífero por bacia hidrográfica (foram consideradas as bacias que compreendem as Áreas de Interesse de Mananciais de Abastecimento Público (Decreto n. 4435 - 29 de Junho de 2016): Alto Iguaçu, Ribeira e bacia Litorânea).

A avaliação da disponibilidade das águas subterrâneas no Estado do Paraná foi estimada, principalmente, por meio do potencial hidrológico dos aquíferos paranaenses, obtido no Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (SUDERHSA, 1998) e no Manual Técnico de Outorgas da SUDERHSA (2006).

Os valores são estimados e não definitivos, pois não existe um monitoramento que possibilite a criação de uma série histórica das vazões circulantes nos aquíferos. Valores mais precisos e específicos para determinadas áreas só poderão ser obtidos na medida em que o conhecimento hidrogeológico avançar.

Fonte: PARANÁ (2009d) – Plano Estadual de Recursos Hídricos – Paraná.

Produção agrícola (oferta) (toneladas/ano por município)

Descrição: Produção agrícola em toneladas por ano por município.

Representa a oferta do serviço ecossistêmico de provisão de alimentos. Quanto maior o grau de manejo humano sobre essa produção, menor a relevância do indicador como um serviço ecossistêmico. No entanto, corresponde a um indicador proximal, na ausência ou limitação na existência de dados sobre produção orgânica (caso deste estudo, já que o indicador de produção orgânica engloba apenas os anos de 2005 a 2009).

Os dados coletados abrangem o intervalo de 2001 a 2017. Anos anteriores não foram considerados pois foi somente a partir do ano de 2001 que as quantidades produzidas dos produtos: abacate, banana, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, melancia, melão, pêra, pêssego e tangerina passaram a ser expressas em toneladas. Nos anos anteriores, eram expressas em mil frutos, com exceção da banana, que era expressa em mil cachos.

Para garantir a possibilidade de soma de toda a produção agrícola no município, as quantidades produzidas de abacaxi, expressas em mil frutos, foram excluídas da análise (na RMC só foi registrada produção de abacaxi em Tunas do Paraná, em pequena quantidade, por alguns anos).

Fonte: Produção Agrícola Municipal – IBGE.

Produção animal (oferta) (efetivo de rebanhos/ano por município)

Descrição: Produção animal em unidades (cabeças) por ano por município.

Inclui bovinos, bubalinos, suíno - total, caprino, ovino, galináceos - total, galináceos – galinhas e codornas. Equinos e matrizes de suínos foram excluídos da análise (as matrizes de suínos só começaram a ser contabilizadas a partir de 2013, inviabilizando a análise temporal entre 2000, 2010 e 2017).

Representa a oferta do serviço ecossistêmico de provisão de alimentos. Quanto maior o grau de manejo humano sobre essa produção, menor a relevância do indicador como um serviço ecossistêmico. No entanto, corresponde a um indicador proximal, na ausência de dados sobre produção animal orgânica.

Os dados coletados abrangem os anos de 2000, 2001, 2010 e 2017.

Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal – IBGE.

Produção orgânica (toneladas)

Descrição: Produção orgânica estimada em toneladas. Os ovos foram excluídos da análise, como ocorreu no caso da produção agrícola total. O milho verde, cujo dado bruto é apresentado em unidades, foi convertido em toneladas (estimativa de 291 gramas por espiga com palha, EMBRAPA, 2016). Há municípios com ausência de dados: nestes locais não foi identificada existência de produção orgânica. Os dados foram coletados pela Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), Departamento de Economia Rural (DERAL) a partir de consulta de informações pertinentes à produção junto às entidades certificadoras e outras fontes.

Fonte: SEAD/DERAL – 2004 a 2009.

Referências: Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14977137/produtores-de-milho-verde-avaliam-cultivar-da-embrapa>

Consumo de alimentos (demanda) (kg/ano/município)

Descrição: O consumo de alimentos per capita foi estimado por meio do indicador de aquisição alimentar domiciliar per capita, calculada em quilos por ano pelo IBGE, para o Estado do Paraná, por meio da Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF. Posteriormente, o dado de consumo em quilos/pessoa/ano para o Paraná foi multiplicado pela população do município para a geração de uma estimativa de consumo de alimentos por ano no município.

É considerado um indicador de demanda do serviço ecossistêmico de provisão de alimentos.

A POF é uma pesquisa realizada por amostragem, na qual são investigados os domicílios particulares permanentes. No domicílio, por sua vez, é identificada a unidade básica da pesquisa – unidade de consumo – que compreende um único morador ou conjunto de moradores que compartilham da mesma fonte de alimentação ou compartilham as despesas com moradia.

Foram considerados somente alguns grupos de alimentos, *in natura* (obtidos de plantas ou animais e adquiridos para consumo sem terem sofrido processamento ou minimamente processados (alimentos *in natura* que sofreram alterações mínimas na indústria, como secagem e moagem), compatíveis com os dados obtidos para os indicadores de produção agrícola e animal (leite e ovos, por exemplo, foram excluídos por não terem sido considerados dentro do conjunto de indicadores de provisão de alimentos): Cereais e leguminosas, hortaliças, frutas, aves/vísceras/carnes de outros animais (carne de cabrito, carneiro, outras), carnes suínas com osso e sem osso, carnes bovinas de primeira e segunda, outras carnes bovinas (carne moída não especificada, carne não especificada, outras), cocos, castanhas e nozes.

Fonte: Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF 2001-2002/2008-2009.
Referências: MINISTÉRIO DA SAÚDE. Guia alimentar para a população brasileira. Disponível em:
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/folder/escolha_dos_alimentos.pdf

Insegurança alimentar e nutricional (demanda) (nível de vulnerabilidade)

Descrição: Classificação dos municípios quanto ao seu nível de vulnerabilidade (muito alta, alta e média vulnerabilidade) alimentar e nutricional.

Para classificação dos municípios foi utilizado o método estatístico denominado “Análise de Cluster ou análise de agrupamentos”, cujo objetivo foi reunir os municípios em grupos, a partir dos índices de déficit de altura para idade e déficit de peso para idade das crianças beneficiárias do Programa Bolsa Família (PBF) menores de 5 anos, onde cada grupo possui um perfil significativamente homogêneo dentro dele e significativamente heterogêneo entre si.

Assim, foram classificados como vulneráveis apenas os municípios com média de déficit de altura para idade igual ou superior à média para o Brasil em 2014, ou seja, 10,1%. Os municípios com média até 13,1% foram classificados como de média vulnerabilidade; os com média de até 20%, como de alta vulnerabilidade; e os com média superior a 32,2%, como de muito alta vulnerabilidade. Os municípios com média abaixo de 10,1% foram excluídos da análise.

Fonte: Relatório da Segurança Alimentar e Nutricional nos Municípios (Ministério do Desenvolvimento Social). Dados de 2014.

Emissão de carbono (demanda)

Descrição: Emissão de carbono municipal estimada a partir da fórmula: $tCO_2/hab./ano \times população\ total\ do\ município$.

Devido a inexistência de inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE) para todos os municípios da Região Metropolitana de Curitiba e para garantir a possibilidade de comparação entre os municípios, o indicador utiliza como base os dados de emissões per capita ($tCO_2/hab./ano$) que constam no Inventário de Emissões de GEE do Paraná, cujo cálculo data de 2005 e levam

em conta emissões oriundas de agricultura, florestas e outros usos da terra, energia, processos industriais e uso de produtos e resíduos.

Embora o indicador apresente distorções, devido aos municípios terem características e vocações próprias e os dados disponíveis não captarem essas diferenças, ele permite gerar estimativas úteis ao planejamento em escala metropolitana.

Fonte: Dados para cálculo extraídos do Inventário de Emissões de GEE do Paraná (SEMA/IAP/AGUASPARANA/ITCG).

Estoque de carbono (oferta)

Descrição: Estoque de carbono estimado por município, a partir da fórmula: toneladas/ha x área de floresta nativa do município. O resultado em toneladas de C foi convertido em toneladas de CO₂ utilizando-se uma taxa de conversão de 44/

12, multiplicada pelo estoque de carbono, que corresponde ao peso atômico do CO₂ (44), dividido pelo peso atômico do carbono (12), de acordo com IPCC (2003).

Dado de tonelada de C por hectare para Floresta Ombrófila Mista, fisionomia de Mata Atlântica que predomina na Região Metropolitana de Curitiba, estimado em 174,1 pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS).

Fonte: Cálculo estimado, a partir de SPVS e Mapbiomas.

IPCC. **Good practice guidance for land use, land-use change and forestry** 2003. Publications, 2003.

Vulnerabilidade às mudanças climáticas

Descrição: Indica o grau de vulnerabilidade do município às mudanças climáticas, a partir do Índice Municipal de Vulnerabilidade Humana à Mudança do Clima, aplicado

e desenvolvido com base em três componentes: Sensibilidade, Exposição e Capacidade Adaptativa e disponibilizado por meio do Sistema de Vulnerabilidade Climática (SisVuClima), que apresenta um sistema de indicadores, em escala municipal, para avaliar a vulnerabilidade da população à mudança do clima em seis estados brasileiros: Amazonas, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Paraná e Pernambuco. Trata-se de um índice a nível municipal que varia de 0 a 1, sendo valores mais próximos de 1 indicativos de maior vulnerabilidade.

O índice possui duas versões, uma para um cenário de emissões estável (RCP 4.5) e outra para um cenário de altas emissões (RCP 8.5).

O índice tem função comparativa, portanto, pontuação zero não significa que há vulnerabilidade completa, mas que em relação aos demais municípios do estado, determinado município é mais ou menos vulnerável.

O SisVuClima é um dos produtos do projeto “Construção de Indicadores de Vulnerabilidade da População como Insumo para a Elaboração das Ações de Adaptação à Mudança do Clima no Brasil”, parceria entre Ministério do Meio Ambiente e Fundação Oswaldo Cruz, iniciado em 2014.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente - MMA e Fundação Oswaldo Cruz. Site: <http://www.sisvuclima.com.br/index> Dados de abril de 2018.

Indicadores de contexto

Economia

Produto Interno Bruto a Preços Correntes

Definição: Produto Interno Bruto - total de riqueza (bens e serviços) gerada por um período de tempo (geralmente de um ano) em um espaço geográfico (país, região, estado ou município). PIB per Capita - corresponde ao valor do PIB global dividido pelo número absoluto de habitantes de um país, região, estado ou município.

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES

Nota: Nova metodologia. Referência 2010.

Dados do último ano disponível estarão sujeitos à revisão quando da próxima divulgação. Diferenças encontradas são em razão dos arredondamentos.

Índice de Gini da Renda Domiciliar per Capita

Definição: Mede o grau de concentração da distribuição de renda domiciliar per capita de uma determinada população e em um determinado espaço geográfico.

Interpretação:

Quando o índice tem valor igual a um (1), existe perfeita desigualdade, isto é, a renda domiciliar per capita é totalmente apropriada por um único indivíduo.

Quando ele tem valor igual à zero (0), tem-se perfeita igualdade, isto é, a renda é distribuída na mesma proporção para todos os domicílios.

Quanto mais próximo da unidade, maior a desigualdade na distribuição de renda.

Tabulações especiais do IPEA.

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos - Total

Definição: Saídas de mercadorias mais prestação de serviços de transporte (frete) e de comunicações deduzidas as entradas de mercadorias e insumos utilizados.

É o Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos que compõem o cálculo do Produto Interno Bruto (PIB).

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES

Nota: Nova metodologia. Referência 2010.

Dados do último ano disponível estarão sujeitos à revisão quando da próxima divulgação. Diferenças encontradas são em razão dos arredondamentos.

Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos – Agropecuária

Definição: Saídas de mercadorias mais prestação de serviços de transporte (frete) e de comunicações deduzidas as entradas de mercadorias e insumos utilizados, na agropecuária.

É o Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos na Agropecuária, que compõem o cálculo do Produto Interno Bruto (PIB).

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES

Nota: Nova metodologia. Referência 2010.

Dados do último ano disponível estarão sujeitos à revisão quando da próxima divulgação. Diferenças encontradas são em razão dos arredondamentos.

Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos - Indústria

Definição: Saídas de mercadorias mais prestação de serviços de transporte (frete) e de comunicações deduzidas as entradas de mercadorias e insumos utilizados, na indústria.

É o Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos na Indústria, que compõem o cálculo do Produto Interno Bruto (PIB).

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES

Nota: Nova metodologia. Referência 2010.

Dados do último ano disponível estarão sujeitos à revisão quando da próxima divulgação. Diferenças encontradas são em razão dos arredondamentos.

Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos - Comércio e Serviços

Definição: Saídas de mercadorias mais prestação de serviços de transporte (frete) e de comunicações deduzidas as entradas de mercadorias e insumos utilizados, em serviços.

É o Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos em Serviços, que compõem o cálculo do Produto Interno Bruto (PIB).

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES

Nota: Nova metodologia. Referência 2010.

Dados do último ano disponível estarão sujeitos à revisão quando da próxima divulgação. Diferenças encontradas são em razão dos arredondamentos.

Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos - Administração Pública

Definição: Saídas de mercadorias mais prestação de serviços de transporte (frete) e de comunicações deduzidas as entradas de mercadorias e insumos utilizados, em administração pública.

É o Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos que compõem o cálculo do Produto Interno Bruto (PIB).

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES

Nota: Nova metodologia. Referência 2010.

Dados do último ano disponível estarão sujeitos à revisão quando da próxima divulgação. Diferenças encontradas são em razão dos arredondamentos.

População em extrema pobreza (%)

Definição: Proporção dos indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 70,00 (setenta reais) mensais, em reais de agosto de 2010. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.

Fonte(s): Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA
Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD
Fundação João Pinheiro – FJP

Demografia

População Censitária - Total

Definição: Conjunto de pessoas constituídas pela população considerada como residente (presentes e ausentes temporários), na data de referência (considera-se data de referência a noite anterior ao primeiro dia do mês em que se realiza a pesquisa).

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

População Urbana - Total

Definição: População residente na área urbana, na data de referência (considera-se data de referência a noite anterior ao primeiro dia do mês em que se realiza a pesquisa).

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Nota: Área urbana é constituída pela área interna ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, definida por lei municipal. Para as cidades ou vilas onde não existe legislação que regulamente essas áreas, deve-se estabelecer um perímetro urbano para fins da coleta censitária, cujos limites devem ser aprovados pelo prefeito local.

População Rural - Total

Definição: População residente na área rural, na data de referência (considera-se data de referência a noite anterior ao primeiro dia do mês em que se realiza a pesquisa).

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Nota: Área rural é constituída pela área externa ao perímetro urbano.

Densidade Demográfica

Definição: É o indicador que mostra como a população se distribui pelo território, sendo determinada pela razão entre a população e a área de uma determinada região. É um índice utilizado para verificar a intensidade de ocupação de um território.

É calculada em função das populações censitária, estimada e contagem do IBGE. As populações de 2000 e 2010 são referentes ao censo e a de 2007, a contagem. As demais são estimadas.

Fonte(s): Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES

Grau de Urbanização

Definição: Percentagem da população da área urbana em relação à população total.

Fonte(s): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

Influências socioculturais

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

Definição: O IDHM é um índice composto que agrega três das mais importantes dimensões do desenvolvimento humano: a oportunidade de viver uma vida longa e saudável (IDHM Saúde); de ter acesso a conhecimento (IDHM Educação) e ter um padrão de vida que garanta as necessidades básicas (IDHM Renda).

O índice varia de 0 (zero) a 1 (um) e apresenta as seguintes faixas de desenvolvimento humano municipal:

- * 0,000 a 0,499 - muito baixo;
- * 0,500 a 0,599 - baixo;
- * 0,600 a 0,699 - médio;
- * 0,700 a 0,799 - alto; e
- * 0,800 e mais - muito alto.

Fonte(s): Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA
Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD
Fundação João Pinheiro - FJP

Nota: Os dados utilizados foram extraídos dos Censos Demográficos do IBGE.

Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (Atlas 2013 - disponível em www.atlasbrasil.org.br).

População com 18 anos de idade ou mais com Ensino Fundamental Completo (%)

Descrição: Percentual da população com 18 anos de idade ou mais que concluíram o Ensino Fundamental.

Fonte(s): Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA
Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD
Fundação João Pinheiro – FJP.

Aspectos institucionais/governança

Existência de Secretaria de Meio Ambiente

Descrição: Indica se o município possui Secretaria de Meio Ambiente e, caso positivo, se a secretaria é compartilhada com outra pasta (como Turismo ou Agricultura, por exemplo).

Fonte: IBGE, Perfil dos Municípios Brasileiros, Meio Ambiente - 2002
2018 – Dados obtidos em consulta aos endereços eletrônicos das prefeituras e leis municipais.

Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente

Descrição: Indica se o município possui Conselho Municipal de Meio Ambiente legalmente instituído.

Fonte: IBGE, Perfil dos Municípios Brasileiros, Meio Ambiente - 2002
2018 – Dados obtidos em consulta aos endereços eletrônicos das prefeituras e leis municipais.

Área do município abrangida pelo Plano ABC (incentivo à agricultura sustentável)

Descrição: O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC foi elaborado de acordo com o artigo 3º do Decreto nº 7.390/2010 e tem por finalidade a organização e o planejamento das ações a serem realizadas para a adoção das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de responder aos compromissos de redução de emissão de GEE no setor agropecuário assumidos pelo país.

O Plano ABC é composto por seis programas voltados às tecnologias de mitigação e um programa com ações de adaptação às mudanças climáticas:

- Programa 1: Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD)
- Programa 2: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas

Agroflorestais (SAFs);

- Programa 3: Sistema Plantio Direto (SPD);
- Programa 4: Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN);
- Programa 5: Florestas Plantadas (FP);
- Programa 6: Tratamento de Dejetos Animais (TODA);
- Programa 7: Adaptação às Mudanças Climáticas.

O indicador inclui dados sobre o número de financiamentos concedidos por município aos produtores rurais via agências bancárias/crédito vinculadas ao sistema bancário nacional, valor dos contratos, área abrangida (em hectares) e tecnologia empregada.

Fonte (s): Departamento de Desenvolvimento das Cadeias Produtivas e da Produção Sustentável – DEPROS/ Secretaria de Mobilidade Social, do Produtor Rural e do Cooperativismo (SMPC)/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento APA/ Sistema SICOR - Banco Central do Brasil.

ICMS Ecológico - Recurso do ICMS Repassado aos Municípios

Definição: O ICMS Ecológico é um instrumento de política pública, criado pioneiramente no Paraná, que trata do repasse de recursos financeiros aos municípios que abrigam em seus territórios Unidades de Conservação ou áreas protegidas, ou ainda mananciais para abastecimento de municípios vizinhos.

Do total do ICMS arrecadado pelo Estado, 5% é destinado para os municípios, proporcionalmente às Unidades em função do tamanho, importância, grau de investimento na área, manancial de captação e outros fatores.

Estes 5% são destinados aos municípios da seguinte forma:

- a) 50% destes 5% são destinados para municípios que tenham em seu território Manancial de Abastecimento de Água, cuja água se destina ao abastecimento da população do município vizinho;
- b) os outros 50% destes 5%, para municípios que tenham integrado em seu território Unidades de Conservação, Áreas de Terras Indígenas, Reservas Particulares do Patrimônio Natural, Faxinais e Reservas Florestais Legais.

No caso de municípios com sobreposição de áreas com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, será considerado o critério de maior compensação financeira.

Fonte(s): Secretaria de Estado da Fazenda - SEFA

Nota: A partir de 2015 a fonte passou a disponibilizar os dados brutos. As deduções de 20% para FUNDEB foram calculadas pelo IPARDES.

ICMS Ecológico - Fator Ambiental - Unidades de Conservação

Definição: O ICMS Ecológico é um instrumento de política pública, criado pioneiramente no Paraná, que trata do repasse de recursos financeiros aos

municípios que abrigam em seus territórios Unidades de Conservação ou áreas protegidas, ou ainda mananciais para abastecimento de municípios vizinhos.

Do total do ICMS arrecadado pelo Estado, 2,5% é destinado para os municípios que abrigam em seus territórios Unidades de Conservação ou áreas protegidas.

No caso de municípios com sobreposição de áreas com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, será considerado o critério de maior compensação financeira.

Fonte(s): Secretaria de Estado da Fazenda - SEFA

Nota: A partir de 2015 a fonte passou a disponibilizar os dados brutos. As deduções de 20% para FUNDEB foram calculadas pelo IPARDES.

ICMS Ecológico - Fator Ambiental - Mananciais de Abastecimento

Definição: O ICMS Ecológico é um instrumento de política pública, criado pioneiramente no Paraná, que trata do repasse de recursos financeiros aos municípios que abrigam em seus territórios Unidades de Conservação ou áreas protegidas, ou ainda mananciais para abastecimento de municípios vizinhos.

Do total do ICMS arrecadado pelo Estado, 2,5% é destinado para os municípios com manancial de captação.

A Lei do ICMS Ecológico por Manancial de Abastecimento contempla todos os municípios situados em áreas de mananciais utilizados para atender o abastecimento público de sedes urbanas de municípios vizinhos. Dadas às peculiaridades dos mananciais do Estado, foram contempladas bacias de captação com área de até 1.500 Km².

No caso de municípios com sobreposição de áreas com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, será considerado o critério de maior compensação financeira.

Fonte(s): Secretaria de Estado da Fazenda - SEFA

Nota: A partir de 2015 a fonte passou a disponibilizar os dados brutos. As deduções de 20% para FUNDEB foram calculadas pelo IPARDES.

Orçamento anual disponível para gestão ambiental (% do orçamento anual total)

Descrição: Percentual do orçamento de despesa fiscal anual disponível para gestão ambiental. Calculado a partir da despesa total fixada na Lei Orçamentária Anual (LOA) do município para o exercício de 2018 para administração direta (legislativo e executivo).

O valor disponível para gestão ambiental foi obtido a partir da LOA, dados de despesas por função de governo.

Fonte: Lei Orçamentária Anual municipal.

Pagamento por serviços ambientais (sim/não)

Descrição: Indica se o município possui arcabouço legal e/ou projetos e/ou programas de pagamento por serviços ambientais (sim/não).

É um indicador que propicia uma capacidade limitada de análise e deve ser acompanhado de dados qualitativos. No entanto, propicia que o tema seja discutido em âmbito metropolitano.

Indicadores mais detalhados, como valor (em reais) aplicado à PSA no município ou funcionamento de programas instituídos em nível estadual/municipal, podem ser formulados em estudos mais aprofundados sobre o tema, o que exige reunir dados de iniciativas diversas e dispersas (há iniciativas estaduais, municipais, de organizações sociais ou empresas).

Fonte: SEMA-PR/ SPVS / Leis municipais.

Existência de Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica

Definição: O Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica, instituído no artigo 38 da Lei da Mata Atlântica (11.428), de dezembro de 2006, é um instrumento legal voltado à proteção, conservação, recuperação e uso sustentável da Mata Atlântica. A elaboração e implementação do PMMA é de competência de cada município do Bioma, com aprovação do Conselho Municipal de Meio Ambiente.

Nota: De acordo com o acompanhamento realizado pela SOS Mata Atlântica, os planos estão divididos nas categorias: “Em implementação”, “Elaborado”, “Em elaboração” e “Mobilizado”.

Fonte: SOS Mata Atlântica, 2016.

Existência de planos de manejo nas Unidades de Conservação

Nota: A data de atualização dos dados variou conforme o órgão:

Dados ICMBio UCs federais – até outubro de 2018 (quando foi realizada a consulta)

Dados IAP UCs estaduais – até 26 de março de 2018 (data informada pelo IAP)

Dados IAP RPPNs estaduais – até 22 novembro de 2017 (data informada pelo IAP)

Dados Refúgio de Vida Silvestre da Foz do Rio Maurício/Rio Iguaçu – dado de 2015 (PMMA Fazenda Rio Grande)

--

Uso do solo

Área com infraestrutura urbana como proporção da área total do território municipal (%)

Definição: Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções. Também foram consideradas, no cálculo do indicador, áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes via geoprocessamento. A partir da soma das duas categorias, calcula-se a proporção (%) de área florestal em relação à área total do município.

Fonte: Cálculo a partir de dados do Mapbiomas para 1985, 2000 e 2017.

Área de mineração como proporção da área total do território municipal (%)

Definição: Áreas referentes a extração mineral de grande porte, havendo clara exposição do solo por ação de maquinário pesado. Somente são consideradas áreas pertencentes a malha digital do DNPM (SIGMINE). A partir do valor de área, calcula-se a proporção (%) de área florestal em relação à área total do município.

Fonte: Cálculo a partir de dados do Mapbiomas para 1985, 2000 e 2017.

Área de florestas plantadas para fins comerciais como proporção da área total do território municipal (%)

Definição: Área com espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. eucalipto, pinus, araucária), calculada em hectares. A partir do valor de área, calcula-se a proporção (%) de área florestal em relação à área total do município.

Fonte: Cálculo a partir de dados do Mapbiomas para 1985, 2000 e 2017.

Poluição

Índice de esgoto tratado referido à água consumida (IN046)

Forma de cálculo

$$\frac{ES006 + ES015}{AG010 - AG019} \times 100$$

Informações envolvidas

AG010: Volume de água consumido

AG019: Volume de água tratada exportado

ES006: Volume de esgotos tratado

ES015: Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador

Volume de água consumido

Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido (AG008), o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado (AG019) para outro prestador de serviços. Não deve ser confundido com o volume de água faturado, identificado pelo código AG011, pois para o cálculo deste último, os prestadores de serviços adotam parâmetros de consumo mínimo ou médio, que podem ser superiores aos volumes efetivamente consumidos. O volume da informação AG011 normalmente é maior ou igual ao volume da informação AG010. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) e microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume de água tratada exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador. Unidade: 1.000 m³/ano.

Volume de água tratada exportado

Volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) ou em UTS(s)), transferido para outros agentes distribuidores. Deve estar computado nos volumes de água consumido (AG010) e faturado (AG011), nesse último caso se efetivamente ocorreu faturamento. A receita com a exportação de água deve estar computada em receita operacional direta de água exportada (bruta ou tratada), informação FN007. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) e microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume de água tratada exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador. Unidade: 1.000 m³/ano.

Volume de esgotos tratado

Volume anual de esgoto coletado na área de atuação do prestador de serviços e que foi submetido a tratamento, medido ou estimado na(s) entrada(s) da(s) ETE(s). Não inclui o volume de esgoto bruto importado que foi tratado nas instalações do importador (informação ES014), nem o volume de esgoto bruto exportado que foi tratado nas instalações do importador (ES015). O volume informado para este campo deve ser igual ou inferior ao informado em ES005. Unidade: 1.000 m³/ano.

Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador

Volume de esgoto bruto transferido para outro(s) agente(s) e que foi submetido a tratamento, medido ou estimado na(s) entrada(s) da(s) ETE(s). Esse volume se refere à parcela do volume de esgoto bruto exportado informado em ES012 que foi efetivamente tratada. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) e microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador deve corresponder à parcela do volume de esgoto bruto exportado para outro prestador de serviços ou para outro município do

próprio prestador e que efetivamente foi submetido a tratamento. Unidade: 1.000 m³/ano.

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares em relação à população total do município (IN015)

Forma de cálculo:

$$\frac{CO164}{POP_TOT} \times 100$$

Informações envolvidas:

1. População total atendida no município

Valor declarado, pelo órgão responsável, da população total (urbana + rural) efetivamente beneficiada com o serviço de coleta regular de resíduos domiciliares no município, no final do ano de referência. Inclui população urbana (CO050) e população da zona rural - dispersa ou não - residente na sede e nos demais distritos e localidades. Entende-se como regular o serviço com frequência mínima de 1 (uma) vez por semana. Unidade: Habitantes.

2. População total do município (Fonte: Estimativa de população total do IBGE):

Unidade: %

Comentários: Indicador calculado a partir da edição 2009.

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Porcentagem de estabelecimentos agropecuários com uso de agrotóxicos (%)

Descrição: Porcentagem de estabelecimentos agropecuários por uso de agrotóxicos em relação ao total de estabelecimentos agropecuários.

Fonte: Censo Agropecuário IBGE 2017 – Resultados preliminares.

Anexo 6 - Avaliação do capital natural nos municípios da RMC, status e ações prioritárias.

Município	Avaliação capital natural	Status	Ações prioritárias
Adrianópolis (PR)	Vegetação nativa extremamente significativa, com 21% integralmente protegido, mas em tendência de queda. Há necessidade de ampliar proteção às áreas estratégicas para conservação. Sem área de mananciais e com agropecuária em tendência de aumento significativo.	Atenção prioritária	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade, visando garantir a proteção de um dos maiores trechos de mata atlântica da RMC. Monitoramento da expansão agrícola e do desflorestamento.
Agudos do Sul (PR)	Mais da metade do município possui vegetação nativa e há quase 10% de áreas estratégicas para conservação, mas nada está protegido em UC e há tendência de diminuição. Muito relevante para a proteção dos mananciais. Área de agropecuária em tendência de queda.	Atenção prioritária	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Criação de unidades de conservação e monitoramento do desflorestamento e da qualidade dos mananciais.
Almirante Tamandaré (PR)	Mais da metade do município possui vegetação nativa, mas há tendência de diminuição e há 15% de áreas prioritárias para conservação, mas apenas 9% do município protegido (em UC de uso sustentável). Quase 60% do município em área de mananciais. Há tendência de aumento significativo na área de agropecuária.	Atenção prioritária	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Criação de unidades de conservação e monitoramento do desflorestamento, da expansão agrícola e da qualidade dos mananciais.

Araucária (PR)	Cerca de um terço do município com vegetação nativa, em tendência de aumento. Proporção significativa com UC de uso sustentável (quase 20% do município), mas apenas 3,3% da vegetação nativa protegida integralmente. Área de mananciais: 27%. Área de agropecuária significativa, mas em tendência de queda.	Não prioritário	Monitoramento do uso do solo. Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade.
Balsa Nova (PR)	Menos de 30% do município com vegetação nativa, em tendência de aumento, mas apenas 0,2% em UC de Proteção Integral. Quase 70% do município com UC de Uso Sustentável. Área de mananciais inexpressiva. Área de agropecuária cobre 68% do território, mas em tendência de queda.	Não prioritário	Monitoramento do uso do solo. Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade.
Bocaiúva do Sul (PR)	Vegetação nativa muito significativa, que corresponde a 79% do município, com tendência importante de diminuição. Apenas 1% da vegetação nativa protegida em unidades de conservação, embora 35% do município seja composto por áreas estratégicas para conservação. Possui 57% de área de mananciais e com extensão significativa. Área de agropecuária em tendência de queda.	Atenção prioritária	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade, visando garantir a proteção de um dos maiores trechos de mata atlântica da RMC. Criação de unidades de conservação. Monitoramento do desflorestamento e da qualidade dos mananciais.
Campina Grande do Sul (PR)	Vegetação nativa significativa, que corresponde a mais de 80% do território, em tendência de diminuição. Possui 36% do território com UC de Uso Sustentável. Apenas 5% da vegetação nativa inserida em UC de proteção integral. Município com maior proporção de áreas estratégicas para conservação: 54%. Relevante para a proteção dos mananciais. Área de agropecuária em queda.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Monitoramento do desflorestamento e da qualidade dos mananciais.
Campo do Tenente (PR)	Quase um terço do município é composto por vegetação nativa, em tendência de diminuição. Não há nenhuma unidade de conservação. Cerca de 11% de áreas estratégicas para conservação. Quase metade do município com área de agropecuária, mas em tendência de queda.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Monitoramento do desflorestamento.

Campo Largo (PR)	Vegetação nativa muito significativa em área, com tendência de queda. Corresponde a 60% do território. Menos de 1% da vegetação nativa em UC de proteção integral. Quase 20% do território com UC de Uso sustentável. Muito relevante para a proteção dos mananciais. Área de agropecuária em tendência de diminuição, embora ainda seja abundante.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade e das áreas de mananciais. Monitoramento do desflorestamento e da qualidade dos mananciais.
Campo Magro (PR)	Vegetação nativa corresponde a 60% do município, mas não há nenhuma unidade de conservação de proteção integral e a tendência é de queda. Há 24% do território com UC de Uso Sustentável e as áreas estratégicas para conservação somam 23%. Muito relevante para a proteção aos mananciais. Área com agropecuária ocupa 30% do município, mas em tendência de queda.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade e das áreas de mananciais. Monitoramento do desflorestamento e da qualidade dos mananciais.
Cerro Azul (PR)	Vegetação nativa muito significativa em área, com forte tendência de diminuição. Apenas 6,4% de áreas estratégicas para conservação, mas somente 0,3% da vegetação nativa em unidade de conservação. Município relevante para proteção aos mananciais. Área de agropecuária significativa com forte tendência de aumento.	Atenção prioritária	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade, especialmente em propriedades rurais. Monitoramento da expansão agrícola e do desflorestamento.
Colombo (PR)	Quase metade do município com vegetação nativa, em tendência de diminuição. Nenhuma UC de Proteção Integral, mas 4% do território com UC de Uso Sustentável e com áreas estratégicas para conservação. Quase 60% do município em área de mananciais. Área de agropecuária corresponde a 29% do município, com tendência de diminuição.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade e das áreas de mananciais. Monitoramento do desflorestamento e da qualidade dos mananciais.
Contenda (PR)	Vegetação nativa corresponde a 30% do município, com tendência discreta de aumento. Não há UC de proteção integral e apenas 2% do município com UC de Uso Sustentável. Área de agropecuária ocupa 66% do território, mas a tendência é de diminuição.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Monitoramento da área agrícola.

Curitiba (PR)	Vegetação nativa significativa para o contexto urbano em que se insere o município, embora ocupe apenas 18% do território. Há tendência de diminuição. Áreas Estratégicas para Conservação ocupam apenas 1,3% do território, mas é o município com maior proporção de UC de proteção Integral em relação ao total de vegetação nativa, além de possuir 28,2% de UC de Uso Sustentável. Área de proteção aos mananciais pouco relevante em relação à metrópole e área com agropecuária ocupa apenas 15% e em tendência de queda.	Atenção	Monitoramento do desflorestamento.
Doutor Ulysses (PR)	Vegetação nativa ocupa 46% do município, com forte tendência de queda. Não há nenhuma UC e 11% do município é composto por áreas estratégicas para conservação. Relevante na proteção de áreas de mananciais. Área de agropecuária com forte tendência de aumento.	Atenção prioritária	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade, especialmente em propriedades rurais. Criação de unidades de conservação. Monitoramento da expansão agrícola e do desflorestamento.
Fazenda Rio Grande (PR)	Vegetação nativa ocupa quase um terço do município, mas área é pequena em comparação a grande parte dos municípios da RMC. Tendência de diminuição. 16% da vegetação nativa está em UC de Proteção Integral (o Refúgio de Vida Silvestre da Foz do Rio Maurício) e 6,4 em UC de Uso Sustentável. Área com agropecuária ocupa 46% do município, embora a tendência seja de diminuição.	Atenção	Monitoramento da área agrícola e do desflorestamento.
Itaperuçu (PR)	Vegetação nativa ocupa 60% do município e está em forte tendência de diminuição (o segundo que mais perdeu vegetação nativa). Não possui nenhuma unidade de conservação, mas há 9,7% de áreas prioritárias para conservação. Muito relevante para a proteção aos mananciais. Área de agropecuária com tendência de aumento significativo.	Atenção prioritária	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade e de proteção aos mananciais. Criação de unidades de conservação. Monitoramento da expansão agrícola e do desflorestamento.

Lapa (PR)	Vegetação nativa muito significativa (segundo município com mais floresta nativa), mas com tendência de diminuição. 0,5% dessa vegetação em UC de Proteção Integral. 11,5% do território em UC de Uso Sustentável. É o município com maior área de agropecuária, embora esteja com forte tendência de diminuição.	Atenção prioritária	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade, especialmente em propriedades rurais. Criação de unidades de conservação. Monitoramento da expansão agrícola e do desflorestamento.
Mandirituba (PR)	Vegetação nativa ocupa 55% do território, mas apresenta tendência de diminuição. São 13% de áreas estratégicas para conservação, mas nenhuma unidade de conservação existente. Relevante para a proteção aos mananciais. Área com agropecuária com tendência de diminuição significativa.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Criação de unidades de conservação. Monitoramento do desflorestamento e da qualidade dos mananciais.
Piên (PR)	Vegetação nativa ocupa 45% do território, mas apresenta tendência de diminuição. São 15,5% de áreas estratégicas para conservação, mas nenhuma unidade de conservação existente. Relevante para a proteção aos mananciais. Área com agropecuária ocupa 43% da área municipal, com tendência de aumento significativo.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Criação de unidades de conservação. Monitoramento do desflorestamento, da qualidade dos mananciais e da expansão da área agrícola.
Pinhais (PR)	Possui a menor área e menor proporção de vegetação nativa da RMC (16%), com tendência de aumento discreto. 29% do município com UC de Uso Sustentável. Área de agropecuária ocupa 34% do território, mas apresenta tendência de diminuição.	Não prioritário	Monitoramento do uso do solo.
Piraquara (PR)	Vegetação nativa ocupa 34% do território, com tendência de diminuição. Possui 12% da vegetação nativa em UC de Proteção Integral e 74% do território com UC de Uso Sustentável. Município possui mais de 30% de áreas estratégicas para conservação e é altamente relevante para	Atenção	Fortalecer a implementação de políticas de proteção da biodiversidade. Monitoramento do desflorestamento e

	proteção aos mananciais. Área agrícola corresponde a 31% do território, mas com tendência de diminuição.		da qualidade dos mananciais
Quatro Barras (PR)	Vegetação nativa ocupa 79% do território, mas em tendência de diminuição. 18% dessa vegetação está em UC de Proteção Integral e 38% do município em UC de Uso Sustentável. Relevante para a proteção aos mananciais. Área de agropecuária ocupa 12,4% e tem tendência de diminuição.	Atenção	Monitoramento do desflorestamento e da qualidade dos mananciais
Quitandinha (PR)	Vegetação nativa ocupa 41% do território, com tendência de diminuição. Pouca proteção da biodiversidade. Apenas 0,1% em UC de Proteção Integral, embora 10,7% do município corresponda a áreas estratégicas para conservação. Nenhuma UC de Uso Sustentável. Área com agropecuária ocupa metade do município, mas apresenta tendência de diminuição.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Criação de unidades de conservação. Monitoramento do desflorestamento e da área agrícola.
Rio Branco do Sul (PR)	Vegetação nativa ocupa 60% do município e está em forte tendência de diminuição (foi o que mais perdeu vegetação nativa). Apenas 0,4% dessa vegetação está em UC de Proteção Integral, embora 9,7% do município corresponda a áreas estratégicas para conservação. Nenhuma UC de Uso Sustentável. Área com agropecuária apresenta forte tendência de aumento.	Atenção prioritária	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Criação de Unidades de Conservação. Monitoramento da expansão agrícola e do desflorestamento.
Rio Negro (PR)	Vegetação nativa ocupa 40% do município, em tendência de diminuição. Possui apenas 0,7% dessa vegetação em UC de Proteção integral, apesar de abrigar 14,4% de áreas estratégicas para conservação. Área de agropecuária em tendência de diminuição.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Criação de unidades de conservação. Monitoramento do desflorestamento.
São José dos Pinhais (PR)	Vegetação nativa muito significativa, ocupando 61% do município. 8,1% em UC de proteção integral. Mais da metade do município em UC de Uso Sustentável (57,8%), da qual grande parte são Áreas estratégicas para conservação da biodiversidade. Relevante para a proteção	Atenção	Monitoramento do desflorestamento, da qualidade dos mananciais e da atividade agrícola.

	aos mananciais. Área com agropecuária expressiva, mas em tendência de diminuição.		
Tijucas do Sul (PR)	Vegetação nativa significativa, que corresponde a 65% do município, com tendência de diminuição. Não há vegetação nativa protegida em UC de proteção Integral, embora 26% do município seja composto por áreas estratégicas para conservação. Apesar disso, há 27% do território municipal com UC de Uso Sustentável (APA de Guaratuba). Possui 65% de área de mananciais e com extensão significativa. Área de agropecuária em tendência de queda.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Criação de unidades de conservação de proteção integral. Monitoramento do desflorestamento e da qualidade dos mananciais.
Tunas do Paraná (PR)	Vegetação nativa significativa (terceiro município com mais floresta nativa), ocupando quase 80% do território e em tendência de diminuição. Há 28% do município com áreas estratégicas para conservação, mas apenas 7,5% da vegetação nativa em UC de Proteção Integral. Área com agropecuária pouco expressiva e em tendência de diminuição.	Atenção	Ampliar implementação das políticas de proteção da biodiversidade. Criação de unidades de conservação. Monitoramento do desflorestamento.

Anexo 7 – Currículo *lattes* Amanda Silveira Carbone

Anexo 8 – Currículo *lattes* Arlindo Philippi Junior