

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE ARQUITETURA E DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA**

ANA PAULA COELHO SCHIMALESKI

**POTENCIALIDADE DE SISTEMAS DE PAGAMENTOS POR SERVIÇOS
AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO PARA A GESTÃO DE MANANCIAS
HÍDRICOS URBANOS**

CURITIBA

2017

ANA PAULA COELHO SCHIMALESKI

**POTENCIALIDADE DE SISTEMAS DE PAGAMENTOS POR SERVIÇOS
AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO PARA A GESTÃO DE MANANCIAIS
HÍDRICOS URBANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. Área de concentração: Gestão e Tecnologias Ambientais, da Escola de Arquitetura e Design, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Gestão Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Mello Garcias

CURITIBA

2017

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

S335p
2017

Schimaleski, Ana Paula Coelho
Potencialidade de sistemas de pagamentos por serviços ambientais como instrumento para a gestão de mananciais hídricos urbanos / Ana Paula Coelho Schimaleski ; orientador, Carlos Mello Garcias. -- 2017
133 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2017.
Bibliografia: f. 122-133

1. Planejamento urbano. 2. Recursos hídricos. 3. Mananciais. 4. Proteção ambiental. 5. Conservação de recursos naturais. I. Garcias, Carlos Mello. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. III. Título.

CDD 20. ed. – 711.4

TERMO DE APROVAÇÃO

**“POTENCIALIDADE DE SISTEMAS DE PAGAMENTOS POR SERVIÇOS
AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO PARA A GESTÃO DE MANANCIAS
HÍDRICAS URBANOS”**

Por

ANA PAULA COELHO SCHIMALESKI

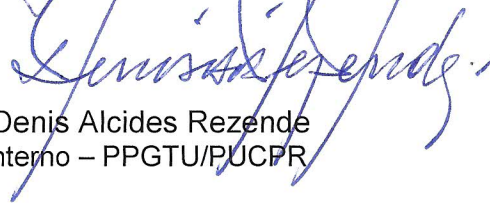
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, área de concentração em Gestão Urbana, da Escola de Arquitetura e Design, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.



Prof. Dr. Rodrigo Firmino
Coordenador do Programa – PPGTU/PUCPR



Prof. Dr. Carlos Mello Garcias
Membro Interno – Orientador – PPGTU/PUCPR



Prof. Dr. Denis Alcides Rezende
Membro Interno – PPGTU/PUCPR



Profª. Dra. Gislene de Fátima Pereira
Membro Externo – UFPR

Curitiba, 13 de dezembro de 2017.

A todos que tem como missão cuidar da
vida que provê a nossa própria vida.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos, ao contrário do que se espera, não obedecem a uma ordem hierárquica de importância. Cada um de vocês, citados a seguir, teve valor essencial para que eu pudesse percorrer e concluir meu mestrado. Agradeço:

Meu orientador Carlos Mello Garcias, que tem dedicado muito de seu tempo e confiança em minha formação. Espero fazer por merecer todo o bem e todos os ensinamentos transmitidos a mim.

O Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana (PPGTU-PUCPR) pela acolhida em seu universo multidisciplinar, incluindo meus agradecimentos a todos os professores e à atenciosa e prestativa secretária Pollyana.

Os professores de minha banca de mestrado: Gislene de Fátima Pereira e Denis Alcides Rezende, pelo apoio e contribuições desde o início de meu trabalho.

A Capes, por arcar com as despesas de meu curso de mestrado, tornando possível meu ingresso e minha formação no PPGTU.

Os queridos colegas e também alunos do PPGTU que se interessaram e contribuíram com boas ideias ao meu trabalho.

A minha família (mãe, pai, irmã e avô), que tem apoiado meus estudos desde sempre, reconhecendo e incentivando minha vocação como engenheira ambiental e professora.

Os meus mentores espirituais, queridos amigos que me auxiliam sempre ao progresso e a Deus, pela possibilidade constante de melhoria, rumo ao nosso destino que é grande.

Muito obrigada a cada um que, de seu jeito especial, fez com que eu pudesse manter a minha motivação e persistência para o desenvolvimento dessa tarefa que tem possibilitado muitos aprendizados. Espero que apreciem. Muito obrigada!

“[...] Boa Terra, velha esfera, que nos leva
onde for.
Pro futuro, quem nos dera, que te dessem
mais valor”.
(Sater, Simões, 1994).

RESUMO

O Brasil é privilegiado em recursos hídricos: é o país mais rico em relação a esse recurso no planeta, embora existam conflitos de quantidade e qualidade. Em centros urbanos, tais como a região metropolitana de Curitiba (RMC), a disponibilidade hídrica é restrita devido a maior demanda pelo recurso e também pela sua degradação, mostrando a extrema importância de um cuidadoso planejamento do uso de seus mananciais. Atualmente, diversos instrumentos de gestão são utilizados para a conservação dos mananciais hídricos, sendo um deles o pagamento por serviços ambientais (PSA), baseado no princípio provedor-recebedor. Considerando esses problemas, o objetivo dessa pesquisa foi analisar a potencialidade de sistemas de PSA como um instrumento para a gestão de mananciais hídricos urbanos. Para alcançar o objetivo geral, constitui objeto de estudo dessa pesquisa a bacia hidrográfica do rio Palmital, localizada em área de interesse de manancial da RMC. A metodologia de pesquisa baseia-se essencialmente na caracterização de cenários retrospectivos para essa bacia hidrográfica (memórias históricas sobre o processo de urbanização e degradação ambiental) e na elaboração de um cenário ideal com o PSA, buscando observar em que momento do tempo no processo de expansão urbana esse instrumento poderia ter sido aplicado de forma a ter contribuído para que o manancial não perdesse sua função essencial de fornecer água em quantidade e qualidade necessária à população, ou seja, analisar o PSA como uma estrutura de controle (visando a conservação). Conclui-se que o PSA pode ser um instrumento potencial para a gestão de mananciais hídricos urbanos, desde que ele seja adotado em sua concepção “holística” ou em conjunto com demais instrumentos que garantam a provisão de serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos. São demonstradas diversas possibilidades de aplicação do PSA, bem como a proposição de trabalhos futuros.

Palavras-chave: Pagamento por serviços ambientais. PSA. Gestão de mananciais hídricos urbanos. Gestão urbana.

ABSTRACT

Brazil is privileged in water resources: it is the world richest country in water, although there are conflicts of quantity and quality. In urban centers, such as the Metropolitan Region of Curitiba (RMC), water availability is restricted due to the greater demand for the resource and also its degradation, showing the extreme importance of careful planning of the use of its water sources. Currently, several management tools are used for water sources conservation, one of which is the payment for environmental services (PES), based on the provider-recipient principle. Considering these problems, the objective of this research was to analyze the potential of PES programs as an instrument for urban water resources management. In order to reach the general objective, the Palmital river basin, located in an area of water sources interest for RMC, is the study object for this research. The research methodology is based essentially on the characterization of retrospective scenarios for this river basin (historical memories about the process of urbanization and environmental degradation) and the elaboration of an ideal scenario with the PES, seeking to observe at what moment of time in the process of urban expansion this instrument could have been applied in a way to contributed to the water source did not lose its essential function of supplying water in quantity and quality necessary to the population, that is, to analyze the PES as a control structure (aiming at conservation). It is concluded that PES can be a potential instrument for the management of urban water resources, provided that it is adopted in its "holistic" conception or in conjunction with other instruments that guarantee the provision of environmental services related to water resources. Various possibilities of application of the PES are demonstrated, as well as the future works proposals.

Key-words: Payment for environmental services. PES. Urban water sources management. Urban management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama dos temas de estudo	25
Figura 2 – Impactos da urbanização da bacia hidrográfica no ciclo da água	27
Figura 3 – Alterações no ciclo hidrológico devido a impermeabilização do solo	28
Figura 4 – Relações entre os serviços ambientais ou ecossistêmicos e o bem-estar humano	39
Figura 5 – Quadro de valor econômico total.....	44
Figura 6 – Lógica dos sistemas de PSA.....	48
Figura 7– Linha do tempo de casos de PSA	57
Figura 8 – Mapa de localização da área de estudo.....	59
Figura 9 – Critérios para definição dos cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital.....	65
Figura 10 – Faixas de desenvolvimento humano municipal.....	68
Figura 11 – Datas adotadas para os cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital.....	74
Figura 12 – Setores censitários do censo de 2010 do IBGE	75
Figura 13 – Evolução da população na área de estudo	77
Figura 14 – Expansão da macha urbana sobre a bacia hidrográfica do rio Palmital (1985-2010).....	79
Figura 15 – Abastecimento de água no município de Colombo	84
Figura 16 – Abastecimento de água no município de Pinhais.....	85
Figura 17 – Abastecimento de água no município de Piraquara	86
Figura 18 – Dados históricos referentes ao sistema de esgotos sanitários do município de Colombo.....	87
Figura 19 – Dados históricos referentes ao sistema de esgotos sanitários do município de Pinhais	88
Figura 20 – Dados históricos referentes ao sistema de esgotos sanitários do município de Piraquara	88
Figura 21 – Evolução do IDHM de Colombo e Pinhais	89
Figura 22 – Ilustração das propostas do PDI-RMC de 1978	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente que podem ser utilizados na gestão dos recursos hídricos.....	31
Quadro 2 – Serviços ambientais, suas características e exemplos.....	37
Quadro 3 - Tipos de serviços ambientais e VET	45
Quadro 4 - Métodos de valoração monetária e exemplos de aplicação	46
Quadro 5 – Passos essenciais do guia de passo a passo para implementação do PSA	49
Quadro 6 - Leis, decretos e projetos de lei sobre PSA na esfera federal.....	54
Quadro 7 – Linhas estratégicas do Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC – 2006	62
Quadro 8 – Fases estruturantes da pesquisa.....	63
Quadro 9 – Como é calculado o índice de desenvolvimento humano municipal - IDHM	68
Quadro 10 – Variáveis adotadas para a caracterização dos cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital	69
Quadro 11 – Histórico do número de habitantes na área de estudo	76
Quadro 13 – Taxas médias geométricas de crescimento anual da população residente.....	78
Quadro 13 – Dados históricos referentes ao abastecimento de água em comparação com o número de domicílios particulares permanentes no município de Colombo...	84
Quadro 14 – Dados históricos referentes ao abastecimento de água em comparação com o número de domicílios particulares permanentes no município de Pinhais	85
Quadro 15 – Dados históricos referentes ao abastecimento de água em comparação com o número de domicílios particulares permanentes no município de Piraquara..	86
Quadro 16 – Índices de Gini.....	89
Quadro 17 – Componentes condicionantes para o desenvolvimento dos serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água	103
Quadro 18 – Relação entre os componentes condicionantes para o desenvolvimento dos serviços ambientais e as variáveis de caracterização dos cenários	104
Quadro 19 – Resumo da comparação entre o cenário ideal com a realidade dos cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis de qualidade das águas monitoradas pelo Instituto de Águas do Paraná (1985-2017).	81
Tabela 2 – Limites de concentrações normatizados pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA para os parâmetros que constam no monitoramento da qualidade da água do rio Palmital.....	82

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Linha de pesquisa.....	17
1.2	Problemas	18
1.3	Objetivos.....	21
1.4	Justificativas	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1	Gestão de recursos hídricos urbanos	25
2.1.1	A cidade e sua relação com a água.....	25
2.1.2	Política de recursos hídricos.....	29
2.2	Pagamento por serviços ambientais.....	36
2.2.1	Serviços ambientais e sua valoração	36
2.2.2	Pagamento por serviços ambientais como instrumento de gestão.....	47
3	METODOLOGIA.....	58
3.1	Caracterização da área de estudo.....	58
3.2	Fases da pesquisa.....	62
3.2.1	Fase 1 – fundamentação teórica	64
3.2.2	Fase 2 – definição dos períodos dos cenários retrospectivos	64
3.2.3	Fase 3 – caracterização dos cenários retrospectivos	65
3.2.4	Fase 4 – definição do cenário ideal com o pagamento por serviços ambientais	70
3.2.5	Fase 5 – comparações do cenário ideal com os cenários retrospectivos.....	71
3.2.6	Fase 6 – análise integrada dos resultados e conclusão	72
4	ANÁLISES E RESULTADOS DA PESQUISA	73
4.1	Cenários retrospectivos da bacia do rio palmital	73
4.1.1	Variáveis demográficas	74
4.1.2	Variáveis ambientais e do sistema antrópico.....	78
4.1.2.1	Uso e ocupação do solo	78
4.1.2.2	Qualidade da água	80
4.1.3	Variáveis sanitárias.....	83
4.1.3.1	Abastecimento de água	83
4.1.3.2	Esgotos sanitários	86
4.1.4	Variáveis de desenvolvimento humano	88

4.1.5	Variáveis institucionais e legais	90
4.1.6	Resumo da caracterização dos cenários retrospectivos.....	95
4.2	Cenário ideal com o pagamento por serviços ambientais	100
4.3	Comparação do cenário ideal com os cenários retrospectivos.....	104
4.4	Análise integrada dos resultados.....	110
5	CONCLUSÃO.....	116
6	PROPOSIÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	118
	REFERÊNCIAS.....	122

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado em recursos hídricos. Detém aproximadamente 18% do potencial hídrico planetário, sendo o país mais rico em recursos hídricos da Terra (FAO, 2003). Apesar desse cenário otimista, existem conflitos de quantidade (semiárido nordestino e regiões de uso intenso), qualidade e déficit de oferta (grandes capitais) (ANDREOLI *et al.*, 2003, p.43). No município de Curitiba e região metropolitana, por exemplo, a disponibilidade hídrica é restrita, mostrando a extrema importância de um cuidadoso planejamento do uso de seus mananciais. A deterioração desses mananciais força a busca por fontes mais distantes dos centros urbanos, o que pode acarretar um elevado custo operacional com adutoras de água e grandes alturas manométricas a serem vencidas.

A disponibilidade e qualidade da água dos mananciais da RMC vêm sendo discutida e encarada com maior preocupação desde o início dos anos 2000. A demanda por água tem aumentado e o uso e ocupação do solo causam a deterioração da qualidade dos mananciais. Além do processo de urbanização acelerado e pouco controlado, ocorrem ainda problemas sociais, como o empobrecimento de grandes parcelas da população e, conseqüentemente, o crescimento de favelas, ocupações irregulares e sub-habitações, que se refletem em grandes problemas ambientais. A periferização dessa população relaciona-se, então, a mínimas garantias de saúde, salubridade, dignidade e qualidade de vida (GARCIAS *et al.*, 2003, p. 147) e a altos custos econômicos e sociais (ANDREOLI *et al.*, 2003, p.61).

Frente aos problemas citados anteriormente, observa-se a importância do planejamento do uso dos mananciais da RMC. Para isso devem-se juntar esforços para garantias legais, institucionais e políticas que promovam a proteção do manancial (ANDREOLI *et al.*, 1999). O Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana (SAIC), publicado pela Sanepar (2013), apresenta a demanda que deverá ser atendida e os possíveis mananciais a serem utilizados. Alguns dos mananciais são desconsiderados devido à previsão de perda de qualidade da água, mas em nenhum momento são previstas medidas de recuperação e conservação dessas áreas, com vistas a atender à população futura. Isso evidencia uma postura insustentável, considerando a restrita

disponibilidade de água e a piora constante dos mananciais de abastecimento para a RMC.

Atualmente, diversos instrumentos são utilizados para a conservação dos mananciais, como exemplo, a aplicação dos princípios poluidor-pagador (multas), e usuário-pagador (pagamento pelo uso da água). Outro instrumento que vem sendo utilizado com grande sucesso em alguns países desenvolvidos e começa a apresentar resultados em algumas cidades brasileiras é o pagamento por serviços ambientais (PSA), baseado no princípio provedor-recebedor. O termo serviços ambientais refere-se aos benefícios que os humanos obtêm dos ecossistemas, e que são essenciais à manutenção da vida no planeta, satisfazendo as necessidades humanas materiais e não materiais (MEA, 2005b, p.49). Alguns dos principais serviços ambientais para o ser humano são aqueles relacionados à provisão e manutenção da água (purificação e regulação dos ciclos hídricos, controle de enchentes e erosão), porém a degradação dos ecossistemas tem resultado em uma perda de capacidade em ofertar tais serviços. O PSA surge, então, para dar incentivos econômicos àqueles que protegem os serviços oferecidos pelo meio ambiente, considerando que quem os utiliza deve suportar seus custos (GUEDES, SEHUSEN, 2011, p.34; KFOURI, FAVERO, 2011, p. 24).

Para que um programa de PSA possa existir, torna-se necessária uma condicionalidade: a existência de pelo menos um comprador e de, pelo menos, um provedor, sob a condição de que o provedor garanta a provisão de um serviço ambiental bem definido. Além disso, deve haver os indutores de sistemas de PSA, que podem ser de interesse voluntário, pagamentos mediados por governos, ou regulamentação e acordos (WUNDER, 2005, p. 3). No Brasil, atualmente, a Agência Nacional das Águas (ANA) gerencia o programa “Produtor de Água”, que conta com diversos projetos de PSA relacionados a recursos hídricos. Até maio de 2016, existiam 16 projetos de produtores de água espalhados principalmente pelas regiões sudeste, centro-oeste e sul do Brasil. O estado do Paraná conta apenas com um projeto produtor de água: o Oásis Apucarana (ANA, 2017). Recentemente iniciou-se no Paraná, por meio de ações do governo do estado, o PSA a proprietários rurais que adotam práticas conservacionistas nas áreas incluídas na bacia do Rio Piraquara 1, importante manancial de abastecimento para Curitiba (PARANÁ, 2016a).

Assim sendo, a partir dessas considerações iniciais, esta pesquisa busca analisar a potencialidade de sistemas de pagamentos por serviços ambientais como instrumento para a gestão de mananciais hídricos urbanos, de forma a contribuir para a gestão desses recursos, inserindo a recuperação e conservação dos bens ambientais junto às discussões referentes ao atendimento das demandas urbanas.

Neste sentido a “potencialidade” refere-se à possibilidade que algo ou alguém tem de transformar a realidade. Também torna-se essencial esclarecer um conceito importante para esse trabalho: o que é manancial hídrico urbano? Quando se escreve “manancial hídrico de bacia urbana” significa que este manancial está em uma área urbanizada. Já para um “manancial hídrico urbano” entende-se todo e qualquer manancial cuja finalidade seja abastecer uma população urbana, não importando se este manancial está localizado em uma região rural ou urbana.

Para alcançar o objetivo geral, constitui objeto de estudo dessa pesquisa a bacia hidrográfica do rio Palmital. Localizada em área de interesse de manancial da RMC (PARANÁ, 2016c), a qualidade de sua água está comprometida, devido ao processo de degradação que tem passado nas últimas décadas, tornando seu uso incompatível com a finalidade a que se destina. A metodologia da pesquisa baseia-se essencialmente na caracterização de cenários retrospectivos para essa bacia hidrográfica (memórias históricas sobre o processo de urbanização e degradação ambiental) e na elaboração de um modelo ideal de PSA, buscando observar em que momento do tempo no processo de expansão urbana esse instrumento poderia ter sido aplicado de forma a ter contribuído para que o manancial não perdesse sua função essencial de fornecer água em quantidade e qualidade necessária à população, ou seja, analisar o PSA como uma estrutura de controle (visando a conservação). A observação da realidade de um processo histórico degradante e negativo, como é a deterioração ambiental da bacia do rio Palmital e a análise sobre de que forma um instrumento como o PSA poderia ter controlado esse quadro, poderá servir de modelo e base para a gestão de outros mananciais que ainda se encontram conservados, mas no limiar da degradação praticamente irreversível causada pela urbanização inadequada.

Para a apresentação da pesquisa desenvolvida, este trabalho é composto por 6 capítulos, sendo eles: Introdução, Fundamentação Teórica, Metodologia, Resultados da Pesquisa e Análises, Conclusão e Proposições de Trabalhos Futuros.

A introdução (capítulo 1) apresenta as principais problemáticas sobre o tema, a justificativa e objetivos da pesquisa. A fundamentação teórica (capítulo 2) busca traçar um quadro teórico e conceitual que dará sustentação ao desenvolvimento da pesquisa, sendo detalhada entre os dois temas da pesquisa: gestão de mananciais hídricos urbanos e pagamentos por serviços ambientais (PSA), visando apresentar a relação dos temas com a gestão urbana. A metodologia (capítulo 3) classifica, primeiramente, o método e as técnicas da pesquisa, ressaltando-se o estudo de caso com a posterior caracterização da área de estudo adotada para este trabalho. Posteriormente, apresenta-se detalhadamente cada fase da pesquisa. O capítulo 4 apresenta o desenvolvimento e resultados obtidos, tendo-se como base as fases definidas no capítulo de metodologia. O capítulo 5 apresenta as conclusões do trabalho, retomando os objetivos da pesquisa e buscando responder à questão-problema dessa pesquisa. Por fim, o capítulo 6 traz uma breve discussão sobre reflexões realizadas ao longo da elaboração da pesquisa, apresentando indicações de trabalhos futuros.

1.1 LINHA DE PESQUISA

Esse trabalho faz parte da linha de pesquisa em Gestão e Tecnologias Ambientais do Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PPGTU-PUCPR), que busca enfatizar o papel dos recursos naturais no desenvolvimento urbano e na qualidade de vida da população. As pesquisas abordam os padrões de uso e ocupação do solo urbano como elementos de complexidade na gestão das cidades, bem como os seus reflexos na exaustão dos estoques de recursos naturais estratégicos, na poluição generalizada dos centros urbanos e nas alterações das biodinâmicas ecossistêmicas. Além disso, as pesquisas dessa linha privilegiam a análise dos problemas ambientais urbanos sob o enfoque do planejamento, considerando também o uso de tecnologias para a minimização ou mitigação dos efeitos dos problemas ambientais urbanos (PPGTU, 2016).

1.2 PROBLEMAS

Atualmente, a RMC conta com 3,4 milhões de habitantes (IBGE, 2013). Ela está localizada em uma área com disponibilidade hídrica restrita, sendo que os reservatórios hídricos têm sido fundamentais para a garantia da disponibilidade de água para a população (ANDREOLI et al., 2003). Em 2000, a demanda de água para a RMC era de 7.130 L/s, sendo que os mananciais da região deverão atender uma demanda entre 32.000 a 39.000 L/s em 2050, mostrando assim que o aumento da demanda e a qualidade da água são os grandes problemas na gestão de mananciais hídricos (ANDREOLI, 1999).

A RMC está localizada na bacia hidrográfica do Alto Iguaçu, sendo que seus principais mananciais estão localizados na sub-bacia do Altíssimo Iguaçu. Esta bacia é uma área estratégica para o desenvolvimento da RMC, estando localizada próxima à serra do mar paranaense e que, pela sua localização geográfica e processo de desenvolvimento urbano, apresenta grande restrição de disponibilidade hídrica (ANDREOLI, LARA, 2003, p.22). Os rios que passam pelo território da própria Curitiba não são considerados mananciais há muito tempo. Estes rios têm suas origens ambientais desprezadas sendo que, como Garcias *et al.* (2003) definem, são transformados em cloacas, servindo para lançamento de resíduos sólidos e líquidos.

Desta forma, os recursos hídricos para abastecimento de Curitiba estão na região metropolitana, mas o uso indiscriminado de importantes áreas para assentamento urbano, visando atender à expansão urbana com altas taxas de crescimento da população tem resultado na perda da qualidade de regiões sensíveis e valiosas em termos de mananciais de abastecimento (GARCIAS *et al.*, 2003).

Em relação aos fatores que colocam a RMC em situação de vulnerabilidade quanto à escassez hídrica, Leitão (2009, p. 204) afirma que em primeiro lugar está a localização geográfica da metrópole. Como citado anteriormente, a cidade localiza-se nas cabeceiras da bacia hidrográfica do rio Iguaçu, próxima a nascentes, onde as vazões dos rios são limitadas e, conseqüentemente, sujeitas a menor disponibilidade hídrica, constituindo um risco de ordem natural. Outro fator contribuinte à causa da escassez hídrica refere-se às estiagens que ocorrem de forma aleatória e ocasional na região e que podem ser agravadas em virtude da sua associação com outros fatores de riscos urbanos, relacionados ao processo de urbanização e ao desenvolvimento socioeconômico da RMC (LEITÃO, 2009, p. 204). O intenso

crescimento demográfico torna a população vulnerável a riscos de escassez de água, sendo que esse fator provocou o aumento de demanda associada a uma urbanização periférica, com ocupações irregulares em áreas de mananciais da RMC. Neste caso, é a população mais pobre que, por falta de opção de oferta de moradia, é levada a ocupar áreas onde a fragilidade ambiental é maior (LEITÃO, 2009, p. 204).

Frente à relevância do tema para o desenvolvimento da RMC, planos e estudos sobre gestão de mananciais vêm sendo desenvolvidos desde a década de 1970, com maior relevância de publicações a partir da década de 2000, com estudos coordenados pela Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar (ANDREOLI, 2003; ANDREOLI, CARNEIRO, 2005). Em 1978 o Plano de Desenvolvimento Integrado (PDI) da RMC, elaborado pela Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), foi o primeiro documento a abordar as questões de desenvolvimento regional da RMC, sendo que um dos seus principais focos era a conservação das áreas de mananciais do Altíssimo Iguaçu, região leste da RMC (COMEC, 2006, p. 15).

O regime proposto de contenção a leste da RMC não foi efetivado ao longo das décadas seguintes, o qual deveria preservar os remanescentes florestais e encostas da Serra do Mar e promover o desenvolvimento sustentável através do turismo, visando a conservação das bacias de mananciais para abastecimento. Este fato pode ser explicado por uma série de mudanças nos paradigmas econômicos e institucionais que o estado brasileiro sofreu a partir da década de 1980 (COMEC, 2006, p. 15-17). Com um desenvolvimento fora do ordenamento previsto no PDI de 1978, houve a formação de um tecido urbano descontínuo e desestruturado, com municípios que receberam elevados contingentes populacionais em curto espaço de tempo, não tendo a correspondente contrapartida do crescimento econômico e das receitas financeiras frente às demandas por serviços públicos (COMEC, 2006, p. 17).

Nesta realidade, as cidades cresceram e crescem sobre seus próprios mananciais, resultando na necessidade de busca e investimentos em captações mais distantes e que apresentam custos operacionais maiores. Além do custo decorrente da busca mais distante, a qualidade da água bruta dos mananciais urbanos também contribui para o aumento dos custos derivados dos produtos

químicos necessários para o tratamento e de tecnologias avançadas capazes de tratar a poluição. A reação é em cadeia: toda a sociedade é prejudicada pela piora da qualidade deste recurso essencial (ANDREOLI, LARA, 2003, p.22).

Além do aumento do consumo de água e da pressão demográfica urbana que contribui para a piora da qualidade da água, a escassez hídrica alia-se à problemática das mudanças climáticas, sendo que os centros urbanos como Curitiba e região metropolitana estão cada vez mais vulneráveis a crises hídricas, necessitando de instrumentos de gestão para tornar o ambiente resiliente (ANDREOLI et al., 2003).

a. Questão-problema

A questão que orientou o desenvolvimento de dessa pesquisa é: o pagamento por serviços ambientais (PSA) é um instrumento potencial para que mananciais hídricos urbanos não percam sua função essencial de fornecer água em quantidade e qualidade necessária à população?”.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é analisar a potencialidade de sistemas de pagamentos por serviços ambientais como instrumento para a gestão de mananciais hídricos urbanos.

Associados ao objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) desenvolver e caracterizar cenários retrospectivos para a bacia hidrográfica do rio Palmital (estudo de caso desta pesquisa) de forma a entender seu processo de urbanização e a perda de sua qualidade ambiental;
- b) criar um cenário ideal com um sistema de PSA, onde os serviços ambientais de provisão e manutenção de qualidade da água sejam mantidos constantes;
- c) definir em que momento do tempo do processo de urbanização o PSA poderia ter sido aplicado como uma estrutura de controle para garantir a conservação dos serviços ambientais de provisão e manutenção de qualidade da água na área de estudo;
- d) analisar o PSA como um instrumento para o desenvolvimento e a conservação dos serviços ambientais de provisão e manutenção de qualidade da água.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Considerando os problemas citados anteriormente e o fato de que uma bacia designada como manancial possui a mais nobre e importante vocação de produção de água de boa qualidade, observa-se a importância do planejamento do uso dos mananciais hídricos urbanos. Assim sendo, todos os outros usos devem estar restritos e subordinados ao principal. Para isso, devem-se juntar esforços para garantias legais, institucionais e políticas que promovam a proteção do manancial (ANDREOLI et al., 1999).

Os diversos fatores envolvidos na degradação dos recursos hídricos levam ao fato de que esses recursos não podem mais ser entendidos como um bem comum, pois a sua disponibilidade em relação à demanda tende à escassez. Dessa maneira, torna-se necessário reconhecer que a água é um bem econômico e um recurso estratégico ao desenvolvimento, primando pela adoção de formas de gestão que visem a conservação quantitativa e qualitativa das águas, buscando a racionalidade dos usos e seu justo compartilhamento (BARROS, AMIN, 2008, p. 103).

O desenvolvimento de serviços ambientais tais como a provisão de água de qualidade está relacionada ao bem-estar da população (MEA, 2005a), sendo que a valoração e o pagamento desses serviços ambientais baseiam-se no fato de que todo aquele que promove um serviço ambiental deve receber pela sua contribuição, a qual beneficia a sociedade. Ou seja, internalizar as externalidades positivas (ENGEL, PAGIOLA, WUNDER, 2008). As experiências de programas de PSA relacionados a recursos hídricos têm surgido em diversos estados brasileiros, ainda sendo um assunto novo, carente de bases legais que o formalizem como instrumento de gestão, sendo que atualmente o tema encontra-se em discussão no Congresso Nacional (TEIXEIRA, 2012).

De acordo com Jardim e Bursztyn (2015, p. 358), o PSA representa uma forte estratégia ambiental e econômica, uma vez que entra como um adicional de renda para cobrir os custos de oportunidade e de manutenção desenvolvidos pelas práticas conservacionistas, as quais permitem o fornecimento dos serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos. Para isso torna-se necessário que estes programas sejam desenvolvidos de maneira que se ajustem aos contextos particulares e às condições locais.

Na RMC, a problemática sobre a gestão dos recursos hídricos está relacionada à disponibilidade hídrica restrita, devida tanto à posição geográfica da metrópole (ao lado da Serra do Mar onde estão as nascentes dos mananciais) e quanto à perda de qualidade pela pressão urbana nas áreas de mananciais (ANDREOLI, LARA, 2003, p. 22). Dessa forma, torna-se imprescindível aprimorar os instrumentos de gestão ambiental que possam ser aplicados aos mananciais de abastecimento, observando o princípio de que água de boa qualidade também precisa ser cultivada e todos os usos devem se curvar à função essencial dos mananciais de abastecimento de água (ANDREOLI, LARA, 2003, p. 22).

A elaboração de políticas públicas acerca da qualidade ambiental das áreas de mananciais na RMC é responsabilidade do Conselho Gestor de Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba (CGM-RMC), sendo que a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC) dá enfoque integrado entre a gestão urbana e a gestão dos mananciais hídricos no “Plano de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Curitiba: Propostas de ordenamento territorial e novo arranjo institucional” (COMEC, 2006). Dentre as propostas de ordenamento territorial constam duas linhas estratégicas: a primeira voltada às questões ambientais e a segunda às questões urbanísticas. Essas afirmações refletem a importância que a gestão dos mananciais hídricos urbanos possui para a gestão urbana da RMC.

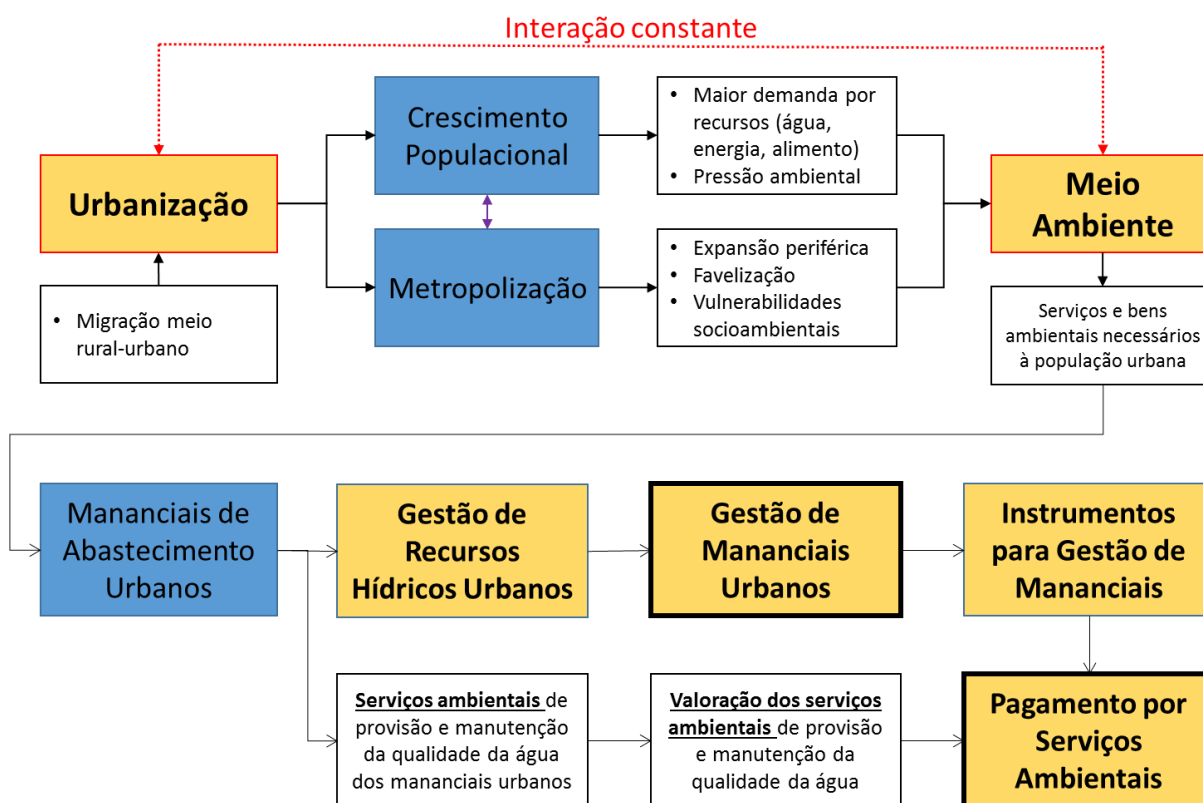
Dessa forma, o estudo do PSA como uma estrutura de controle (visando a conservação), pode servir de modelo e base para a gestão de outros mananciais hídricos urbanos que ainda se encontram conservados, mas no limiar da degradação causada pela urbanização. Esse estudo também demonstra o potencial que o PSA possui enquanto uma ferramenta de gestão para o desenvolvimento e conservação de serviços ambientais essenciais à sociedade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os conceitos, definições e demais informações teóricas apresentadas na fundamentação teórica perpassam pelos temas principais da pesquisa: a gestão de recursos hídricos urbanos e o pagamento por serviços ambientais (PSA). Resumidamente, apresenta-se o PSA como um instrumento da gestão de recursos hídricos, levando o foco à gestão específica de mananciais hídricos urbanos. Esse processo vem de um contexto relacionado às características de urbanização observadas nas grandes metrópoles brasileiras (a partir das décadas de 1960-1970), onde a migração rural-urbana fomenta o crescimento populacional e a metropolização. Nessa realidade que se constrói, observa-se a expansão periférica nas importantes cidades, acompanhada da favelização e das vulnerabilidades socioambientais, as quais exercem grande pressão ambiental e uma relação constante de desventuras entre a interação “urbanização *versus* meio ambiente”.

Dentre os serviços ambientais essenciais para a vida humana, possivelmente os mais prejudicados são a provisão e a manutenção da qualidade da água para abastecimento público da cidade (mananciais hídricos urbanos). Para o atendimento da demanda populacional por recursos hídricos e por moradia, é urgente a adoção de sistemas de gestão de mananciais hídricos associados ao planejamento e gestão urbana. Para isso, diversas instituições são criadas e instrumentos de gestão (urbanos e ambientais) são adotados. Entre esses instrumentos constam os planos de recursos hídricos, criação de unidades de conservação, fiscalização, multas, zoneamento urbano, etc. Recentemente, surge o PSA como um instrumento para a gestão de recursos hídricos, o qual será detalhado ao longo da pesquisa. É neste processo brevemente resumido acima que se baseia a fundamentação teórica deste trabalho. O diagrama a seguir (Figura 1) apresenta a lógica e as relações entre os temas de estudos a serem fundamentados teoricamente nesta seção.

Figura 1 – Diagrama dos temas de estudo



Fonte: a autora.

2.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS URBANOS

2.1.1 A cidade e sua relação com a água

Primeiramente, ao se tratar da gestão de recursos hídricos urbanos, necessário torna-se entender a relação entre o processo de urbanização e o meio ambiente. De acordo com Garcias et al. (2016, p. 73), devido à ineficiência das infraestruturas de saneamento básico os rios urbanos foram utilizados como canais de condução dos efluentes das cidades, além disso, atestando o seu real estado de abandono, muitos rios urbanos foram e são escondidos e canalizados devido suas péssimas condições de salubridade (GARCIAS et al., 2016, p. 73), transferindo os problemas para jusante. Soma-se a isso a ocupação irregular de áreas vulneráveis e/ou de preservação e muitas outras atividades inadequadas ao equilíbrio ambiental, principalmente da qualidade das águas urbanas. Dessa forma, a cidade causa alterações na qualidade da água e no ciclo hidrológico (infiltração, enchentes, etc.), dos quais decorrem muitas outras implicações que afetam as características de um recurso hídrico.

O entendimento do conceito de ciclo hidrológico é essencial para se trabalhar qualquer tema relacionado ao meio ambiente. Este ciclo possui os seguintes componentes: a precipitação, a evaporação de superfícies líquidas (rios, lagos, mares, etc), a evaporação da água do solo, a evapotranspiração (transpiração dos seres vivos), a infiltração, a interceptação vegetal, a retenção em depressões do terreno e os escoamentos superficiais, subsuperficiais e subterrâneos. Em uma bacia hidrográfica, o uso do solo e o tipo de cobertura vegetal são variáveis essenciais para a manutenção dos componentes do ciclo hidrológico citados acima. O crescimento urbano traz consigo o aumento das áreas edificadas e a impermeabilização do solo. Nesse processo há a remoção da vegetação natural e diminuição de áreas naturais de retenção, além de eventuais ocupações de áreas marginais, o que modifica completamente o ciclo hidrológico e o clima local. Isso se traduz principalmente em problemas de enchentes urbanas (MIGUEZ, VERÓL, REZENDE, 2016, p. 26-29), além de alterar consequentemente a qualidade da água devido aos resíduos carreados aos corpos d'água e à ausência e deficiência de infraestrutura em saneamento básico (GARCIAS et al., 2016, p. 73).

Em estudo referente às condições dos rios urbanos brasileiros, mais especificamente ao rio Belém no município de Curitiba, Garcias *et al.* (2016, p.76) levantaram questões relevantes sobre a forma como os ambientes urbanos se desenvolveram e, principalmente, sobre o descuido com as questões de qualidade das águas dos rios urbanos. Foi observada uma ausência do consciente coletivo em relação à problemática dos recursos hídricos urbanos, especialmente: a “privatização” dos rios, transformação dos fundos de vale em vias de escoamento de tráfego, vulnerabilidade das cidades aos rios (inundações, desmoronamentos, assoreamentos, maus odores, doenças, entre outros), a ausência de responsáveis por esses fatos.

As figuras a seguir apresentam a lógica dos impactos da urbanização sobre os recursos hídricos. Primeiramente, com o fluxograma dos processos degradantes decorrentes do avanço da urbanização (Figura 2) e, posteriormente, a Figura 3 especifica os impactos no ciclo hidrológico decorrentes dos diferentes níveis de impermeabilização do solo.

Figura 2 – Impactos da urbanização da bacia hidrográfica no ciclo da água

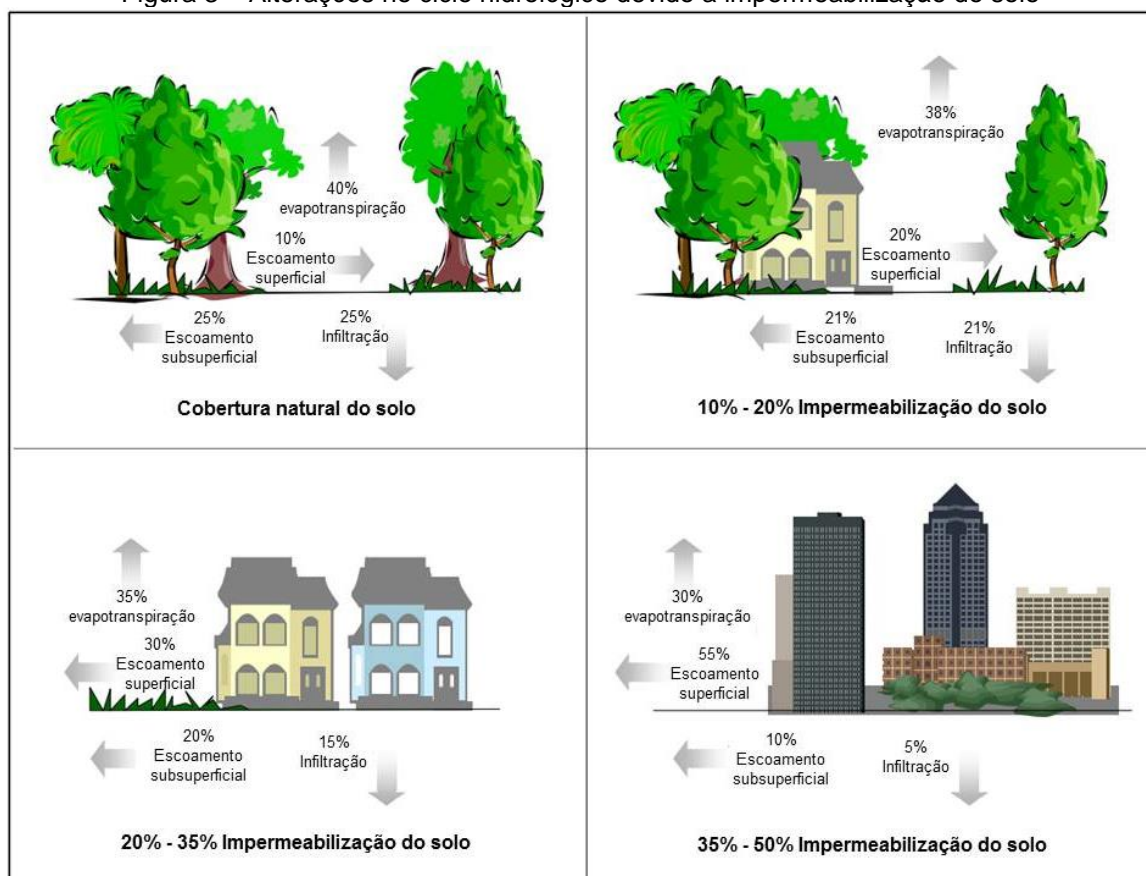


Fonte: Miguez, Veról, Rezende (2016, p. 77).

Observa-se que a urbanização possui três principais linhas impactantes sobre os recursos hídricos:

- primeiramente, há o aumento do consumo de água e, conseqüentemente, dos efluentes urbanos, trazendo danos à qualidade dos recursos hídricos;
- há alteração do ciclos de escoamento de base nos rios devido à diminuição da recarga dos aquíferos, não havendo a diluição dos poluentes no corpo hídricos, trazendo a piora da qualidade da água (esse impacto está relacionado principalmente à impermeabilização do solo);
- a impermeabilização do solo causa também o aumento da velocidade de escoamento da água nos períodos de chuva, havendo maiores picos de vazão que acarretam em inundações, erosão do solo e carreamento de sedimentos e resíduos para os corpos hídricos.

Figura 3 – Alterações no ciclo hidrológico devido a impermeabilização do solo



Fonte: EPA (2005, p.22).

Além das questões relacionadas ao equilíbrio do ciclo hidrológico, a qualidade da água de uma bacia hidrográfica está diretamente relacionada às condições de conservação e de saneamento básico local. As condições de conservação refletem basicamente o cumprimento da legislação ambiental em relação às áreas de preservação permanente (APP), ou seja, matas ciliares, encostas, topos de morros, além da garantia da não ocupação de áreas irregulares. Já o saneamento básico reflete as condições de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, drenagem pluvial, coleta e tratamento de resíduos sólidos e limpeza pública. A forma como são feitas a drenagem de águas pluviais e a limpeza pública também refletem diretamente na qualidade ambiental, pois uma bacia hidrográfica urbana que possui todas as áreas de APP em corretas condições, além de um excelente sistema de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos de resíduos sólidos, possivelmente ainda apresentará má qualidade da água devido às técnicas inadequadas ou insuficientes de drenagem urbana e limpeza das ruas.

A água da chuva que escoar sobre a superfície urbana carrega consigo as impurezas encontradas pelo caminho (poluição atmosférica, poeira, lixo, etc). Se essa água encontra uma área sem vegetação, o fenômeno de erosão pode acontecer, carreando solo para dentro dos cursos d'água principais. Somam-se a isso as taxas cada vez mais elevadas de impermeabilização do solo urbano, caracterizando efeitos sinérgicos sobre os problemas citados acima. As práticas tradicionais de manejo das águas pluviais de uma bacia hidrográfica urbana tendem a conduzir rapidamente a água para fora da bacia, buscando manter sob controle as condições de saúde pública. Esse modelo possui consequências indesejáveis, transferindo os problemas de inundação para os trechos situados rio abaixo. As adequações dessas redes tradicionais de drenagem são recorrentes e insustentáveis, gerando inúmeros problemas para a urbanização. Em contrapartida, o modelo tradicional de manejo das águas pluviais em uma bacia hidrográfica urbana vem sendo complementado e substituído por técnicas que buscam soluções sistêmicas, com o resgate de padrões de escoamento próximo daqueles anteriores à urbanização, refletindo um manejo sustentável das águas pluviais urbanas (MIGUEZ, VERÓL, REZENDE, 2016, p. 2).

Algumas dessas técnicas recuperam o papel essencial que a vegetação possui no ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica no que se refere à interceptação e retenção em depressões, reduzindo assim a parcela da água da chuva que é conduzida ao exutório pelo escoamento superficial. Miguez, Veról e Rezende (2016, p. 41-42) afirmam que a capacidade de interceptação vegetal varia de acordo com diversos fatores (tipo de vegetal, estágio de crescimento, fatores sazonais, intensidade da chuva, entre outros), sendo que este tipo de interceptação pode ocorrer na copa das árvores, galhos, troncos, raízes, vegetação rasteira e serapilheira, posteriormente infiltrando na matriz porosa. Nas áreas urbanas, a interceptação vegetal e a retenção em depressões podem ocorrer em canteiros com capacidade de retenção superficial.

2.1.2 Política de recursos hídricos

No Brasil, a gestão de recursos hídricos tem como base legal a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (lei nº 9.433/1997), cujos objetivos são assegurar à atual e futuras gerações a disponibilidade de água, a utilização racional

e integrada dos recursos hídricos, considerando os múltiplos usos e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos causados por origem natural ou pelo uso inadequado dos recursos hídricos. Dentre algumas das diretrizes gerais dessa política, consta a gestão sistemática dos recursos hídricos, associando a quantidade e a qualidade, sua integração com a gestão ambiental e sua articulação com o uso do solo. Como fundamentos, a PNRH estabelece que: a água é um bem de domínio público; sendo um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos deve ser o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; e a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Ressaltam-se também os instrumentos definidos pela PNRH:

“Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I – os Planos de Recursos Hídricos;

II – o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

III – a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV – a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V – a compensação a municípios;

VI – o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos” (BRASIL, 1997).

A gestão dos mananciais hídricos urbanos tem como objetivo a conservação de sua qualidade ambiental, sendo que para isso torna-se necessária a aplicação de instrumentos de gestão que viabilizem a efetiva implementação de medidas envolvidas no processo de planejamento (LARA, 2003, p. 387). De acordo com Lara (2003, p. 387), um adequado planejamento deve considerar não apenas as condições ambientais, mas principalmente as demandas socioeconômicas da população que vive e trabalha nessas áreas, além disso, os procedimentos para ordenar o uso dos mananciais devem se basear em dois princípios:

- a) o estímulo aos usos e atividades adequadas dentro das potencialidades da bacia e;
- b) o respeito às fragilidades ambientais, proibindo e dificultando a adoção de atividades impróprias.

Como citado anteriormente, a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH define seis instrumentos para a gestão dos recursos hídricos: plano de recursos hídricos, enquadramento em classes, outorga de direitos de uso, cobrança pelo uso, compensação a municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Na gestão das águas também são utilizados, além dos instrumentos da PNRH, os instrumentos de intervenção e controle ambiental, previstos na Política Nacional de Meio Ambiente (lei nº 6.938/1981). Os instrumentos de intervenção ambiental são mecanismos normativos destinados a condicionar a atividade particular ou pública à finalidade da Política Nacional do Meio Ambiente, como por exemplo o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental (enquadramento das classes de uso), o zoneamento ambiental (que pode ser previsto nos planos de recursos hídricos) e a avaliação de impactos ambientais, a qual deve considerar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Já os instrumentos de controle ambiental tornam-se instrumentos de gestão dos recursos hídricos quando induzem o cumprimento de planos e normas voltados a garantir a qualidade e disponibilidade das águas (LEAL, 2000, p. 32). O Quadro 1 apresenta a relação desses instrumentos, seus objetivos e exemplos.

Quadro 1 (continua) – Instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente que podem ser utilizados na gestão dos recursos hídricos

Instrumento	Objetivos
Instrumentos de Intervenção Ambiental	Destinados a condicionar a atividade particular ou pública aos fins da Política Nacional de Meio Ambiente. Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; • zoneamento ambiental; • avaliação de impacto ambiental; • criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo poder federal, estadual e municipal, tais como estações ecológicas, reservas biológicas, áreas de proteção ambiental e de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas; • incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologias, voltados para a melhoria da qualidade ambiental.

Fonte: Leal (2000, p. 32).

Quadro 1 (conclusão) – Instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente que podem ser utilizados na gestão dos recursos hídricos

Instrumento	Objetivos
Instrumentos de Controle Ambiental	Destinados a verificar a observância das normas e planos que objetivam não só a defesa e a recuperação da qualidade do meio ambiente, como também do equilíbrio ecológico. Dependendo do momento de sua utilização, esses instrumentos podem ser classificados em (exemplos): <ul style="list-style-type: none"> • prévios, quando o controle se realiza através de estudo e avaliação de impacto ambiental e do licenciamento prévio de obras ou atividades potencialmente poluidoras; • concomitantes, quando o controle se efetiva, quer por inspeções, fiscalizações e divulgação de relatórios de qualidade do meio ambiente, quer pelo cadastramento das atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras dos recursos ambientais, ou daquelas de defesa do meio ambiente; • posteriores, quando o controle se dá mediante vistoria e exames, a fim de se verificar se a ação se ateve às exigências legais de proteção ambiental.
Instrumentos de controle repressivo	São sanções administrativas, civis ou penais, voltadas à correção dos desvios da legalidade ambiental. Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> • multas; • interrupção das atividades; • processos criminais.

Fonte: Leal (2000, p. 32).

Existe, atualmente, certa incompreensão a respeito do universo de instrumentos para a gestão de recursos hídricos de interesse urbano. O termo “recursos hídricos de interesse urbano”, refere-se àqueles que podem estar localizados em área urbana, como rios e lagos, bem como aqueles que podem estar em uma área rural, mas que são essenciais para suprir a demanda urbana, como por exemplo, os mananciais hídricos.

Outros esclarecimentos também se fazem necessários para os termos “instrumentos de gestão urbana” e “instrumentos de gestão ambiental”. Muitos instrumentos de gestão urbana não estão voltados à gestão ambiental e dos recursos hídricos, embora muitos apresentem indiretamente relação com essa finalidade. Da mesma forma, muitos instrumentos de gestão ambiental não estão voltados à área urbana, embora muitos, indiretamente, supram necessidades para a gestão urbana. Portanto, existem diferentes instrumentos voltados à gestão dos recursos hídricos de interesse para a área urbana.

No Brasil, o Plano Nacional de Recursos Hídricos, instrumento que orienta a gestão de águas no Brasil, foi aprovado em janeiro de 2006 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, sendo que sua primeira revisão foi publicada em 2011, apresentando prioridades para o período de 2012 a 2015 (MMA, 2011). Este plano foi apresentado em quatro volumes: Panorama, Cenários, Diretrizes e Metas. Seu objetivo geral é:

“estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando a água como elemento estruturante para implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável” (MMA, 2011, p.11).

Além disso, citam-se os objetivos específicos do Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2011, p. 12):

- a) a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade;
- b) a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos;
- c) percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante.

Dentre os programas estabelecidos pela revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos (período 2012-2015), consta o desenvolvimento e implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. São ao todo nove subprogramas que refletem instrumentos nacionais de gestão das águas: cadastro nacional de usos e usuários, rede hidrológica quali-quantitativa nacional; processamento, armazenamento, interpretação e difusão de informação hidrológica; metodologias e sistemas de outorga de direitos de uso de recursos hídricos; subprograma nacional de fiscalização do uso de recursos hídricos; planos de recursos hídricos e enquadramento de corpos de água em classes de uso; aplicação de instrumentos econômicos à gestão de recursos hídricos; Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos; e apoio ao desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão (MMA, 2011, p. 110).

Dentre os subprogramas citados acima, ressalta-se para este trabalho a importância da “aplicação de instrumentos econômicos à gestão de recursos hídricos”, o qual se divide em metas voltadas à cobrança pelo uso da água e para a promoção do PSA. A revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos (período 2012-2015) prevê a realização de estudos de viabilidade de outros mecanismos econômicos de gestão de recursos hídricos, tais como o PSA, compensações, incentivos, premiações, entre outros. Além disso, especificamente em relação ao PSA, prevê o estabelecimento de marco legal e estudos metodológicos para definição de modelo de PSA para a gestão de recursos hídricos e o desenvolvimento e implementação de tais programas. Como órgãos executores, constam a Agência

Nacional de Águas – ANA e o Ministério de Meio Ambiente – MMA (MMA, 2011, p. 110).

O enquadramento dos corpos d'água em classes de uso foi definido pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) nº 357/2005. Essa resolução também estabelece condições e padrões de lançamento de efluente, sendo que neste quesito ela foi alterada pelas resoluções 410/2009 e 430/2011. Em relação à classificação dos corpos d'água, as águas doces, salobras e salinas são classificadas em treze classes de qualidade. As águas doces, interesse desse trabalho, podem ser classificadas nas seguintes classes:

- a) classe especial: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- b) classe 1: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;
- c) classe 2: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, e à aquicultura e à atividade de pesca;
- d) classe 3: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora; à recreação de contato secundário, e à dessedentação de animais;
- e) classe 4: águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Em relação às bacias de mananciais hídricos, diversos instrumentos podem ser adotados para a sua gestão. Lara e Tosin (2003, p. 403-426) em seu trabalho denominado “Ações para o manejo e gerenciamento de mananciais”, citam projetos de controle e fiscalização de fontes localizadas de poluição, adequação de estradas municipais e carreadores (formação de processos erosivos), manejo e conservação do solo e da água da bacia de manancial, recuperação de áreas de preservação permanente, monitoramento da qualidade da água, monitoramento de agrotóxicos, programa de educação ambiental, pesquisas e levantamentos complementares como o inventariamento da fauna e flora e programas de gestão tais como formação de câmaras de apoio técnico e criação de unidade de conservação como áreas de proteção ambiental – APA. Também existem diversos instrumentos jurídicos relacionados à legislação ambiental brasileira, voltados ao controle de atividades em áreas de mananciais visando à sua conservação. Como exemplo, pode-se citar a outorga de direito de uso da água, o ICMS ecológico, a lei de crimes ambientais, as áreas de preservação permanente, reserva legal, exploração florestal, queima controlada, controle do uso de agrotóxicos, licenças e autorizações como o licenciamento ambiental, entre outros (MINER, 2003, p. 429).

Atualmente o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) tem sido utilizado como um instrumento para a gestão de mananciais hídricos urbanos. Esse instrumento não foi previsto na PNRH, mas tem sido considerado em novas legislações a respeito, como a Lei de vegetação nativa e largamente difundido pela Agência Nacional de Águas (ANA) e por demais órgãos ligados aos recursos hídricos como um potencial instrumento para a promoção de serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água. Considerando a relevância do tema para a pesquisa em questão, a fundamentação teórica sobre serviços ambientais e o PSA será detalhada em item exclusivo a seguir.

2.2 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um instrumento utilizado para beneficiar provedores de serviços ambientais essenciais à vida humana, sendo que ele vem sendo utilizado para a gestão ambiental em seus diversos segmentos, incluindo a gestão de mananciais hídricos. Toda sua lógica está baseada na concepção de “serviços ambientais” e no valor que estes representam à vida no planeta. De forma a introduzir o conceito de PSA, essencial é a definição e conceituação clara sobre o que são serviços ambientais, quais seus tipos e como eles podem ser valorados, o que será apresentado no subitem a seguir.

2.2.1 Serviços ambientais e sua valoração

Diferentes conceitos sobre “serviços ambientais” são observados na literatura, embora muito semelhantes. Optou-se por utilizar o conceito definido pelo *Millenium Ecosystem Assessment*, importante iniciativa a nível mundial a tratar sobre o assunto, a qual define bens e serviços ecossistêmicos ou ambientais como benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, necessários ao bem-estar humano (MEA, 2005a). Algumas distinções são feitas entre os termos “serviços ecossistêmicos” e “serviços ambientais”, embora na maior parte da literatura não seja feita distinção entre eles.

Para Muradian et al. (2010), ‘serviços ecossistêmicos’ são uma subcategoria de serviços ambientais, que trata exclusivamente dos benefícios humanos derivados de ecossistemas naturais, e o termo ‘serviços ambientais’ designa os benefícios ambientais resultantes de intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas, tais como as atividades humanas para a manutenção ou a recuperação dos componentes dos ecossistemas. Esse conceito enfatiza a contribuição humana para a manutenção ou ampliação do fluxo de bens e serviços ecossistêmicos, já que o resultado dessas ações pode afetar o seu fluxo. Essa separação conceitual está muito relacionada à adoção dos chamados esquemas ou sistemas de pagamentos por serviços ambientais (PSAs), discutidos adiante nesse capítulo.

Os serviços ambientais podem ser subdivididos em serviços de provisão, regulação, cultural, e de suporte (MEA, 2005a, p.57; DÍAZ, TILMAN, FARGIONE, 2005, p.299). O quadro a seguir caracteriza cada uma dessas categorias (Quadro 2).

Quadro 2 – Serviços ambientais, suas características e exemplos

Serviço	Características	Exemplos
Provisão	Capacidade dos ecossistemas em prover bens que são oferecidos diretamente à sociedade.	Alimentos (frutas, raízes, pescado, mel), matéria prima para geração de energia (lenha, carvão, óleos), fibras (madeiras, cordas, têxteis), fitofármacos, recursos genéticos e bioquímicos, plantas ornamentais e água.
Regulação	Obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais responsáveis pela sustentação da vida.	Purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos hídricos, controle de enchentes e erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças.
Culturais	Relacionados à importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais, ou seja, benefícios não materiais.	Natação em um lago, pesca em um rio, apreciação de uma bela paisagem promovendo o enriquecimento espiritual e cultural, o desenvolvimento cognitivo, educação ambiental, lazer e recreação.
Suporte	Processos naturais necessários para que outros serviços existam e que estão na base do crescimento e da produção. Os benefícios geralmente ocorrem de maneira indireta e se manifestam em longo prazo.	Diversidade biológica (genes e espécies), ciclagem de nutrientes, produção primária, formação e manutenção da fertilidade de solos, polinização, dispersão de sementes, produção de oxigênio.

Fonte: adaptado de MEA (2005a, p.57).

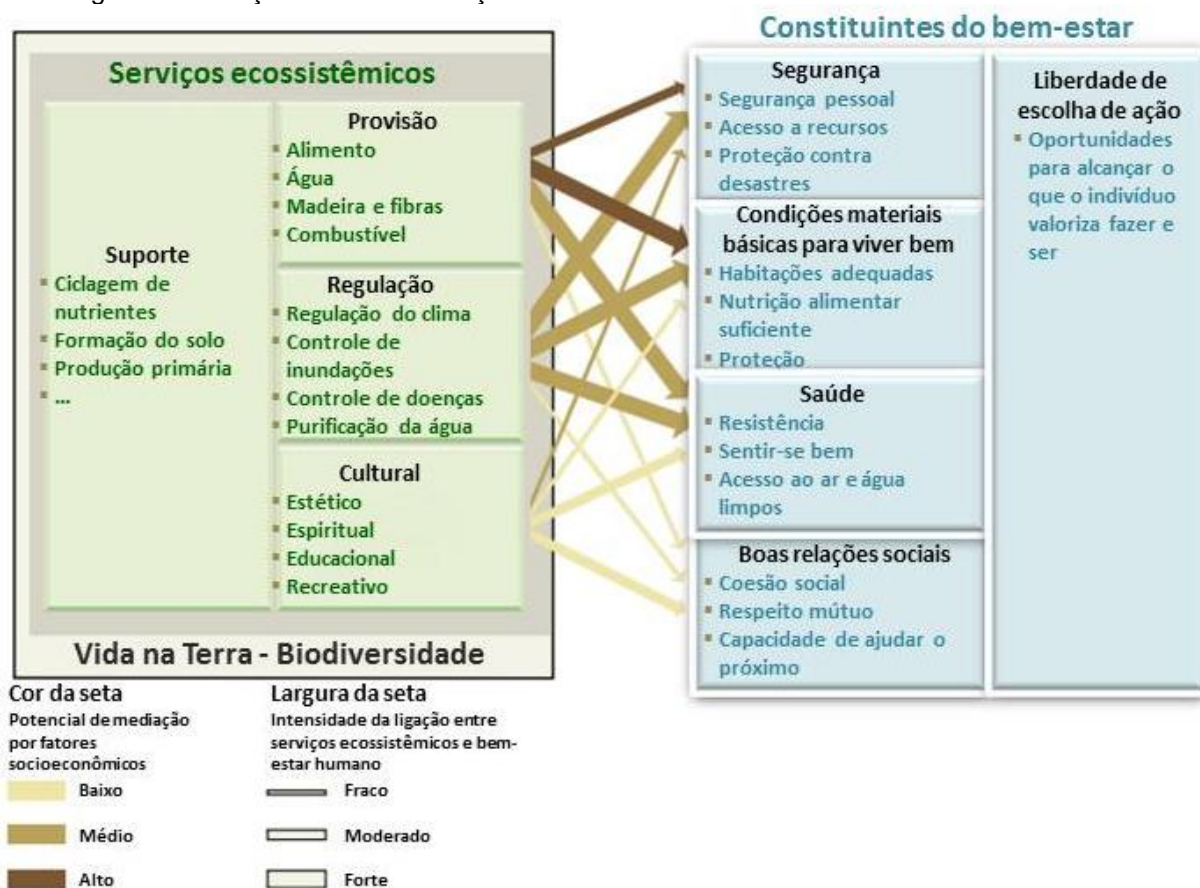
Os ecossistemas possuem valor porque mantêm a vida no planeta, e seus serviços satisfazem as necessidades humanas materiais e não materiais. Alguns dos serviços não materiais estão relacionados à atribuição que muitas pessoas dão aos valores ecológicos, socioculturais e intrínsecos da existência dos ecossistemas e das espécies (MEA, 2005a, p.49).

Ressalta-se ainda que a sociedade pode obter benefícios tangíveis e intangíveis dos ecossistemas, os quais são separados nos termos “bens” e “serviços”, respectivamente (MEA, 2005a, p. 55-56). Alguns dos principais serviços ambientais para o ser humano são aqueles relacionados à provisão de água, e sua manutenção (purificação e regulação dos ciclos hídricos, controle de enchentes e erosão). Porém a degradação dos ecossistemas tem resultado em uma perda de capacidade em ofertar tais serviços (KFOURI, FAVERO, 2011, p. 21), afetando o bem estar humano e resultando em impactos econômicos geralmente não previstos decorrentes de custos com o controle de enchentes, fornecimento de água potável e controle de erosão do solo (PARRON, GARCIA, 2015, p.29).

Dessa forma, a garantia de oferta de serviços ambientais está diretamente relacionada às características de uso do solo, ou seja, à manutenção de um ecossistema saudável e bem conservado. Por exemplo, a conservação de uma floresta promove inúmeros serviços ambientais, tais como a manutenção do fluxo e da qualidade da água, a purificação do ar, a geração e renovação do solo e sua fertilidade, a polinização das culturas e da vegetação natural. Especificamente no caso da água, foco dessa pesquisa, os serviços ecossistêmicos de provisão e manutenção da qualidade da água dependem principalmente da preservação da mata ciliar com vistas à redução da sedimentação e fontes difusas de poluição (KFOURI, FAVERO, 2011, p. 21). Quando se considera uma bacia hidrográfica urbana, somam-se diversos critérios além dos serviços ambientais naturais, tais como um eficiente sistema de saneamento básico, os quais entram em uma classificação de serviços prestados pelo ser humano que também buscam o equilíbrio do meio ambiente de forma a proporcionar condições adequadas para uma vida saudável.

A qualidade de vida humana depende dos ecossistemas, mas também da provisão e qualidade social de capital, tecnologia e instituições. Por exemplo, os serviços ambientais contribuem significativamente para as atividades econômicas e geração de empregos. Sua degradação representa então uma perda de capital e dano ao bem estar humano, sendo que os serviços de regulação tais como do clima, purificação e regulação dos ciclos hídricos e controle de enchentes são essenciais para a segurança e saúde da vida humana, como podem ser observados na Figura 4 (MEA, 2005b, p.49).

Figura 4 – Relações entre os serviços ambientais ou ecossistêmicos e o bem-estar humano



Fonte: adaptado de MEA (2005b, p. 50).

Parron e Garcia (2015, p. 30) afirmam que o termo “serviços ambientais” passou a ser considerado na formulação de políticas públicas brasileiras e nas discussões sobre o uso e ocupação das terras na última década de 2005 a 2015. A inserção desse tema nas políticas considera que se paisagens produtivas forem planejadas e manejadas adequadamente, além de prover bens como alimentos e fibras, podem prover uma grande variedade de serviços ambientais, tais como a conservação da biodiversidade, regulação da água e regulação climática, serviços que em sua maioria não tem valor de mercado (PARRON, GARCIA, 2015, p. 30).

Já em relação aos serviços ambientais voltados aos recursos hídricos podem ser observados diversos tipos e características. Luz (2015, p. 175-176) apresentou dezessete serviços ambientais hídricos, classificados como de provisão (suprimento de água doce, produção de alimentos, madeira e fibras, geração de energia e transporte), serviços de regulação (controle de vetores patogênicos, mitigação de danos hídricos, autopurificação das águas, estabilização climática), serviços culturais (recreação, estética, intelectual e espiritual) e serviços de suporte

(formação de solos, fotossíntese, ciclagem de nutrientes, propagação de espécies, habitat, diversidade biológica aquática e recarga hídrica). Uma vez que o foco deste trabalho está nos serviços de provisão (suprimento de água doce) e de regulação (autopurificação das águas), será apresentada a seguir a fundamentação teórica sobre tais serviços.

Os serviços de provisão e manutenção da qualidade da água dependem da qualidade dos ecossistemas, assim como os demais serviços ambientais. Especificamente para esses serviços encontra-se a conservação das florestas e preservação das matas ciliares, além das inúmeras variáveis de uso e ocupação do solo rural e urbano. A conservação da vegetação está relacionada ao papel essencial que ela exerce para a vida no planeta, basta reportar a importante função dos vegetais clorofilados no meio ambiente: a síntese da matéria orgânica. Os vegetais retiram o gás carbônico da atmosfera e com a presença de água e luz e produzem glicose e oxigênio, sendo as florestas fundamentais para os ciclos biogeoquímicos, principalmente pela elaboração de biomassa vegetal e liberação de oxigênio, influenciando nas condições de micro e mesoclima, essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas (BUTZKE, 2009, p. 13).

As matas ciliares são massas de vegetação natural que se formam às margens de rios, riachos e córregos d'água. Elas desempenham importante papel tanto na manutenção da provisão de água quanto na manutenção da qualidade da água nos corpos hídricos. A cobertura vegetal arbórea das margens, com um sistema radicular bem desenvolvido, forma um solo rico em matéria orgânica (grumoso), facilitando a infiltração da água no solo, o que permitirá a recarga do rio em épocas secas, além de barrar o carreamento de partículas para dentro do rio, tais como solo (processos erosivos), adubos minerais e defensivos agrícolas (BUTZKE, 2009, p. 35-36). Algumas funções hidrológicas prestadas pelos ecossistemas de matas ciliares são:

- a) a manutenção da qualidade da água em microbacias agrícolas depende da presença de mata ciliar;
- b) a remoção da mata ciliar resulta num aumento da quantidade de nutrientes no corpo d'água;
- c) o efeito benéfico da mata ciliar está relacionado à absorção de nutrientes do escoamento superficial pelo ecossistema ripário.

Além da conservação das florestas e preservação das matas ciliares, a provisão e a manutenção da qualidade da água dependem do manejo do uso do solo e das técnicas de saneamento ambiental desenvolvidas, principalmente em bacias hidrográficas urbanas.

Existem basicamente duas formas em que poluentes podem atingir um corpo hídrico: a poluição pontual e a poluição difusa. No primeiro, os poluentes atingem a água de forma pontual, tais como o lançamento de esgotos domésticos e industriais, chorume de aterros, entre outros. Já a poluição difusa, como o próprio nome afirma, é de difícil avaliação pois adentra no corpo hídrico de forma distribuída ao longo de sua extensão (TOMAZ, 2006, p. 2-3), geralmente carregado pelo escoamento da água da chuva, sendo que suas principais fontes são:

- a) resíduos sólidos depositados inadequadamente em terrenos baldios, calçadas e ruas;
- b) poluentes atmosféricos depositados sobre o solo e/ou carregados pela precipitação da água da chuva;
- c) desejos animais;
- d) biocidas e agrotóxicos;
- e) sedimentos gerados pela erosão;
- f) sujeiras em áreas urbanas, tais como poeiras, bitucas de cigarro, papéis de bala entre outros pequenos resíduos depositados pelos hábitos inadequados da população e não removidos pela limpeza pública;
- g) poeiras decorrentes do desgaste dos freios automotivos.

Tomaz (2006, p. 2-4) afirma que existem três maneiras para controlar a poluição difusa: prevenir a entrada de poluentes no escoamento superficial, aumentar as áreas permeáveis e tratar o escoamento superficial por meio de *Best Management Practices* (BMPs) ou melhores práticas de gestão. A entrada de poluentes no escoamento superficial pode ser prevenida com a redução do tráfego de veículos, controle de resíduos, óleos e graxas nas ruas, e por uma limpeza pública eficiente, essas são denominadas BMPs não-estruturais. O aumento das áreas permeáveis busca principalmente aumentar a infiltração das águas pluviais, também sendo essa uma medida não-estrutural. Já o tratamento do escoamento superficial deve ser feito antes de atingir o curso d'água, usando-se para isso técnicas

estruturais, tais como bacias e trincheiras de infiltração, filtro de areia, reservatórios de retenção estendidos, *wetlands*, canal gramado, faixa de filtro gramada, biofiltro, entre outros.

Entendendo a ideia sobre “serviços ambientais” e exemplos sobre o seu desenvolvimento, observa-se que a visão ecossistêmica pautada nesse conceito é base para se tratar o valor que tais serviços têm para sociedade, podendo resultar em benefícios compensatórios, não necessariamente econômicos, aos seus fornecedores (PARRON, GARCIA, 2015, p. 33), sendo essa a base para a ideia de pagamentos por serviços ambientais (PSA), como será tratado adiante no item 2.2.2. O conceito de “serviços ambientais” traz implícita o conceito de valor econômico ou valor de uso e dos benefícios ambientais resultantes de intervenções humanas na dinâmica dos ecossistemas (ANDRADE, 2009 citado em PARRON, GARCIA, 2015, p. 30). Na valoração repousa grande dificuldade e necessidade de estudos voltados a uma boa avaliação ecossistêmica, para que serviços ambientais não passem despercebidos, o que poderia resultar numa subestimação significativa do valor econômico do ecossistema em avaliação.

A preocupação com o modelo de desenvolvimento presente no mundo fez com que, em 1972 com a Conferência de Estocolmo, a consciência do problema atingisse o nível global. A partir de então, principalmente na década de 1990, com a criação do termo “desenvolvimento sustentável”, surgiram diversos estudos e proposições sobre o tema (MAY, MOTTA, 1994). Dentre os diversos conceitos criados para explicar o significado de “desenvolvimento sustentável”, podemos dizer que este é o cenário que associa ao crescimento econômico atual e futuro, a equidade social e a sustentabilidade ambiental (DOUROJEANNI, 2000). A economia do meio ambiente surge então como ferramenta para a busca do desenvolvimento sustentável. Como exemplo, o princípio de compensação a ser aplicado em um local onde houve a criação de uma área de preservação ambiental, ou a inundação de uma área, ou a utilização de água de um rio a montante, reduzindo a disponibilidade hídrica para usuários à jusante (LANNA, 1996).

De acordo com Motta (1997), determinar o valor econômico de um recurso ambiental é estimar o valor monetário deste em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia, ou seja, transformar tudo em uma mesma unidade de medida que possibilite sua comparação, baseada na relação custo-benefício. Por

exemplo: no planejamento familiar ou na administração pública, busca-se sempre a relação que apresenta menor índice de custo-benefício, maximizando o lucro para ser possível o investimento em outros bens ou serviços (MOTTA, 1997). Na gestão ambiental podemos utilizar esse conceito questionando, por exemplo, qual o benefício que a sociedade terá se for implantado um sistema de PSA em uma área de manancial. O custo será o pagamento para os provedores do serviço, e os benefícios serão a provisão e a melhora da qualidade da água, além de outros benefícios como a melhora da qualidade da paisagem e da qualidade do ar. Em contrapartida, pode-se comparar o custo-benefício de um tratamento avançado e a busca por novas captações de água, caso não houvesse a proteção da área de manancial.

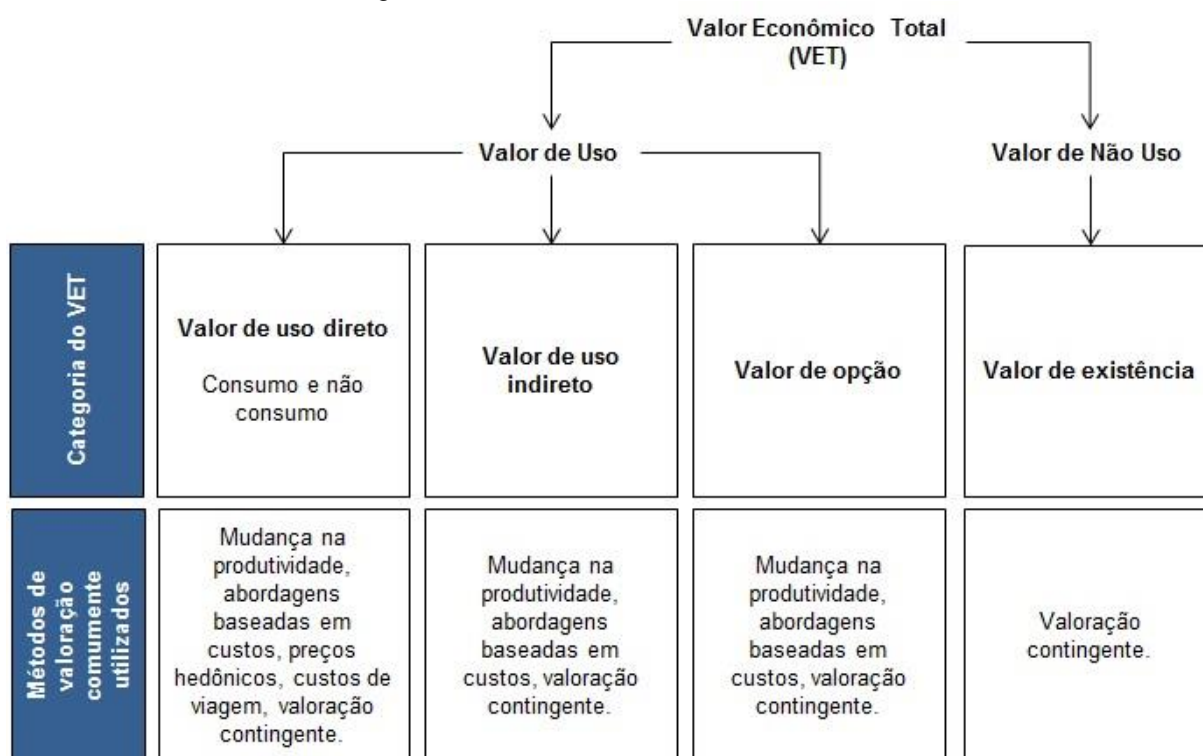
Para atribuir um valor social a todos os efeitos de um determinado projeto, investimento ou política, opta-se por expressar os custos e benefícios em uma unidade comum: geralmente em termos monetários. A partir de então surgem dificuldades pelo fato de alguns bens e serviços não serem transacionados no mercado, e não possuírem preços definidos. Este é o caso de muitos recursos e serviços ambientais. Nesse sentido, existem métodos baseados na teoria microeconômica do bem-estar, onde os valores sociais dos bens e serviços são considerados de forma a refletir as variações de bem estar, e não apenas seus valores de mercado (MOTTA, 1997). Entretanto, existem limitações teóricas e metodológicas para aplicações de tais métodos (MEA, 2005 b; MOTTA, 1997). Essas limitações serão discutidas na seção a seguir (métodos de valoração econômica), sendo que quantificar a importância dos ecossistemas para o bem estar humano subsidiará a melhor tomada de decisão em relação ao uso sustentável e gestão dos serviços ambientais (MEA, 2005 b).

O processo de valoração econômica de recursos e serviços ambientais não considera apenas os serviços que geram benefícios monetários, mas ao contrário, a sua essência está em encontrar meios para medir os benefícios que não estão sendo transacionados no mercado e que não possuem valores monetários observados diretamente (MEA, 2005 b). De acordo com o paradigma utilitarista (antropocêntrico), que leva em consideração o bem estar humano, os serviços ambientais possuem valor econômico à sociedade, pois estes possuem utilidades ao ser humano, que podem estar relacionados ao seu uso atual ou potencial, sendo

diretos ou indiretos (valores de uso). Há também a valoração de serviços ambientais que não estão sendo usados (valores de não uso) (MEA, 2005 b; SMITH et al., 2008).

No paradigma utilitarista, o conceito de valor econômico total (VET) é amplamente utilizado, sendo subdividido em duas categorias: valores de uso e valores de não uso (MEA, 2005 b). O valor de uso é aquele relacionado ao uso do ambiente para promover o bem-estar da sociedade (LANNA, 1996). Este valor inclui serviços ambientais tangíveis e intangíveis, que são usados direta ou indiretamente, ou que possuem um potencial uso futuro. Assim sendo, o valor de uso subdivide-se em valor de uso direto, valor de uso indireto, e valor de opção (MEA, 2005 b; PASCUAL, MORADIAN, 2010). O valor de não uso está diretamente relacionado ao valor de existência, ou valor de preservação ou valor de uso passivo. Este não é considerado no paradigma utilitarista, embora muitas pessoas acreditem que os ecossistemas possuem um valor intrínseco, sendo que é o mais difícil valor para se estimar (MEA, 2005 b). A figura a seguir representa o quadro de valor econômico total (Figura 5), já o Quadro 3 relaciona os tipos de serviços ambientais (provisão, regulação, e cultural) com o quadro de valor econômico total.

Figura 5 – Quadro de valor econômico total



Fonte: adaptado de MEA (2005 b) e Smith et al. (2008).

Quadro 3 - Tipos de serviços ambientais e VET

Grupo	Serviço	Valor de uso			Valor de não uso
		Uso direto	Uso indireto	Valor de opção	Valor de existência
Provisão	Comida, fibras e combustível, bioquímicos, medicamentos naturais, produtos farmacêuticos, fornecimento de água potável, etc.	*	NA	*	NA
Regulação	Regulação da qualidade do ar, regulação climática, regulação da água, prevenção de desastres naturais, armazenamento de carbono, reciclagem de nutrientes, funções microclimáticas, etc.	NA	*	*	NA
Suporte	Ciclagem de nutrientes, produção primária, formação de solos, polinização e dispersão de sementes.	NA	*	*	NA
Cultural	Patrimônio cultural, turismo e recreação, valores estéticos, etc.	*	NA	*	*

Legenda: NA - não aplicável.

Fonte: adaptado de Pascual, Moradian (2010).

Sob a perspectiva do paradigma utilitarista, diversos métodos são desenvolvidos para tentar quantificar os benefícios de diferentes serviços ambientais. Esses métodos são melhor desenvolvidos para valorar serviços de provisão (valores de uso direto e de opção), mas recentes trabalhos na área de economia ambiental têm melhorado a capacidade para valorar serviços de regulação (valores de uso indireto e de opção), suporte (valores de uso indireto e de opção), e culturais (valores de uso direto, de opção, e de não uso). A escolha pelo método de valoração depende das características de cada caso, e dos dados disponíveis (MEA, 2005 a). O quadro a seguir sintetiza os métodos de valoração monetária e exemplos de aplicação (Quadro 4).

Quadro 4 - Métodos de valoração monetária e exemplos de aplicação

Método		Descrição/exemplo	
Valor de mercado	Preço de mercado	Amplamente aplicado aos “bens” (ex. peixe), mas também utilizado na valoração cultural (ex. recreação) e serviços de regulação (ex. polinização).	
	Função de custo	Custo evitado	O valor de serviços de controle de inundações pode derivar da estimativa de dano se a inundação ocorrer.
		Custo de reposição	O valor de recarga de águas subterrâneas pode ser estimado a partir dos custos de obtenção de água de outras fontes (custos substituídos).
		Custo de mitigação/restauração	Exemplo: custo das despesas preventivas na ausência de serviços de zonas úmidas (por exemplo, barreiras contra inundações) ou realocação.
	Função de produção	Exemplo: como a fertilidade do solo melhora a produtividade da cultura e, portanto, a renda dos agricultores; e como a melhoria da qualidade da água aumenta a pesca comercial, e o rendimento dos pescadores.	
Preferências reveladas	Custo de viagem	Exemplo: parte do valor recreativo de um local se reflete na quantidade de tempo e dinheiro que as pessoas gastam quando viajam para o local.	
	Preços hedônicos	Exemplo: ar limpo, a presença de água e belas paisagens aumentam o preço imobiliário do local.	
Valoração simulada	Valoração contingente (MVC)	Geralmente é a única forma de estimar valores de não uso. Por exemplo, um questionário pode perguntar aos entrevistados para expressar sua vontade de aumentar o nível de qualidade da água de um córrego, lago ou rio para que eles possam aproveitar atividades como a natação, canoagem ou pesca.	
	Modelo de escolha	Pode ser aplicado por meio de diferentes métodos, que incluem experiências de escolha, classificação contingente, avaliação contingente e comparação em par.	
	Avaliação de grupo	Permite abordar deficiências dos métodos de preferências reveladas, como a construção da preferência durante a pesquisa, e a falta de conhecimento dos entrevistados sobre o que eles estão sendo entrevistados.	

Fonte: adaptado de Pascual, Moradian (2010).

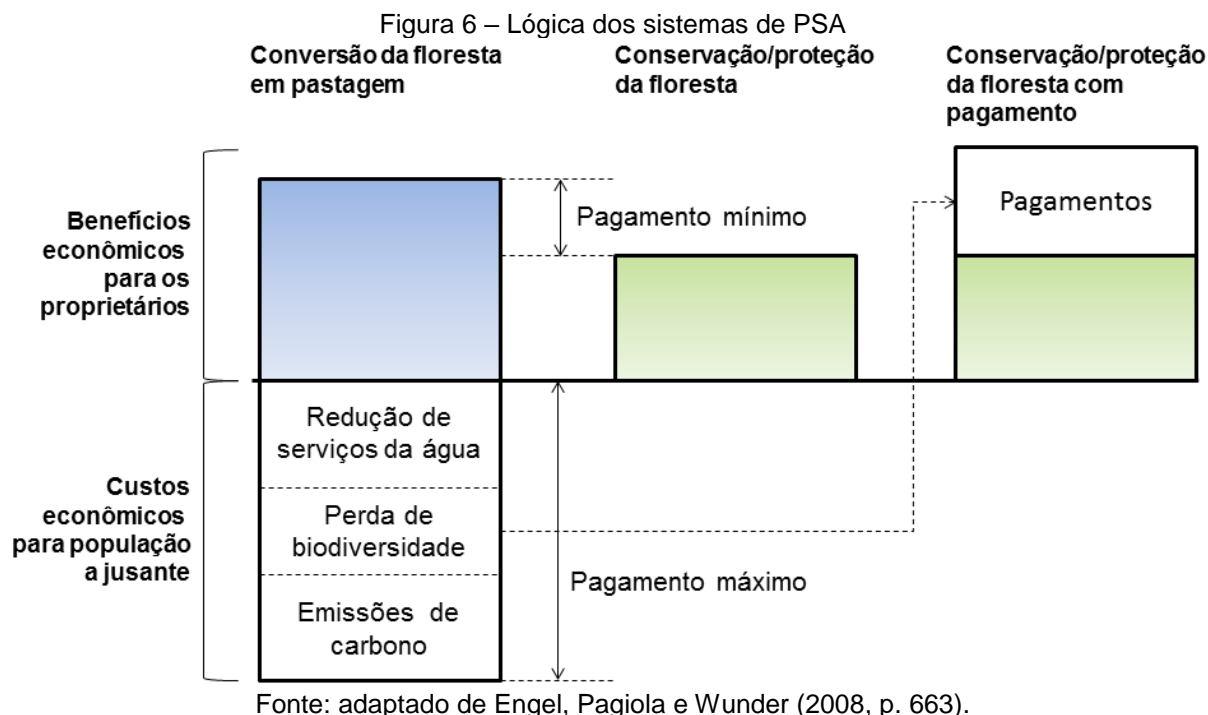
Os métodos de valoração acima podem ser ferramentas essenciais para o conhecimento do valor de diversos serviços ambientais, o qual dará a base para a criação de um possível sistema de PSA como um instrumento que visa a garantia do desenvolvimento de tais benefícios à sociedade humana e à manutenção da vida em geral, como é descrito a seguir no subitem 2.2.2.

2.2.2 Pagamento por serviços ambientais como instrumento de gestão

Reconhecendo os ganhos potenciais da gestão, há geralmente a necessidade de compreender e gerir os ecossistemas em um contexto econômico (CBD, 2014). Frente à crescente exploração dos recursos naturais, alguns instrumentos de gestão ambiental foram criados, sob os princípios *poluidor-pagador*, e *usuário pagador*, que estabelece que quem utiliza o recurso natural deve suportar seus custos (KFOURI, FAVERO, 2011, p. 24). Atualmente vem sendo implantado no Brasil um novo instrumento: o pagamento por serviços ambientais (PSA), baseado no princípio *provedor-recebedor*, que dá incentivos econômicos àqueles que protegem os serviços oferecidos pelo meio ambiente (GUEDES, SEHUSEN, 2011, p.34; KFOURI, FAVERO, 2011, p. 24).

Wunder (2005, p. 3) definiu nesta ocasião, em 2005, o PSA como uma transação voluntária onde um serviço ambiental bem definido (ou um uso da terra capaz de assegurar esse serviço) é comprado por no mínimo um comprador de no mínimo um fornecedor se, e somente se, o prestador assegurar a prestação do serviço ambiental (condicionalidade). Revendo este conceito dez anos mais tarde, em 2015, após diferentes concepções utilizadas na literatura, Wunder (2015, p. 241) redefiniu o PSA como uma transação voluntária entre usuários de serviços e provedores de serviços que estão condicionados a regras acordadas de gestão dos recursos naturais para gerar serviços externos (relacionados às externalidades ambientais). Nota-se que nessa nova definição o “comprador” passa a ser chamado de “usuário do serviço” e o “vendedor” de “provedor do serviço” (WUNDER, 2015, p. 242), retirando os termos estritamente monetários. Ambas definições estão relacionadas ao uso do solo e ao manejo dos recursos naturais de forma a promover o serviço ambiental, embora a definição recente ressalte o acordo de regras para a gestão dos recursos naturais. Nesse trabalho considerar-se-á a definição mais recente acrescida dos detalhamentos seguintes.

O PSA baseia-se no fato de que todo aquele que promove um serviço ambiental deve receber pela sua contribuição, a qual beneficia a sociedade (Figura 6). Ou seja, internalizar as externalidades positivas, enquanto que os princípios de usuário-pagador e poluidor-pagador buscam internalizar as externalidades negativas (ENGEL, PAGIOLA, WUNDER, 2008, p. 663).



Quando um sistema de PSA é aplicado para a gestão de mananciais hídricos, ele nada mais é que um incentivo recebido por um benefício gerado, ou seja, o produtor (geralmente rural) recebe uma quantia mensal em dinheiro em função da área de sua propriedade que está sendo preservada ou restaurada para a recuperação dos serviços ambientais e a sociedade recebe em troca o aumento de quantidade e qualidade de água para seu abastecimento (CIDREIRA, 2016, p. 94). Cidreira (2016, p. 95) ressalta que para se alcançar a perfeita implementação de um PSA e ter uma eficiente gestão das águas urbanas, alguns critérios base devem ser seguidos, sendo eles:

- a) o órgão provedor do sistema de PSA deve estar em dia com seus planos, conceitos e atividades ligadas ao meio ambiente, de maneira a dar exemplo nos assuntos relativos ao meio ambiente urbano e rural;
- b) a inserção no programa, por meio dos produtores, deve acontecer de maneira voluntária e baseada em definições e cumprimento de metas pré-estabelecidas;
- c) o programa a ser criado deve ser flexível com relação às práticas e aos manejos a serem propostos, propiciando assim uma maior aceitação pelos produtores;
- d) o pagamento do produtor somente será realizado tendo como base o cumprimento das metas anteriormente estabelecidas;

- e) devem ser estritamente respeitados os objetivos propostos para o programa e;
- f) os pagamentos aos produtores devem ser honrados conforme contrato, de maneira a sempre beneficiar o produtor, fazendo-o lembrar da importância do seu ato, o qual deve ser recompensado adequadamente.

Cidreira (2016) também apresenta como resultado de sua dissertação de mestrado o “guia de passo-a-passo para implementação de um sistema PSA”. Ao todo são 15 passos essenciais para que um sistema de PSA possa funcionar de maneira a beneficiar a sociedade em geral (CIDREIRA, 2016, p. 94-107), como pode ser observado no quadro a seguir (Quadro 5).

Quadro 5 (continua) – Passos essenciais do guia de passo a passo para implementação do PSA

Passo	Detalhes
1) adequar o município às questões ambientais;	Adequação do município aos planos de organização e reorganização do espaço, passando a ser exemplo para os moradores da região, mostrando a necessidade de se estabelecer metas e planos para o futuro, de maneira ordenada e com princípios ligados ao meio ambiente e ordenação do solo. Entre esses planos encontram-se: Plano Diretor Municipal com definição de zoneamento; Plano Municipal de Saneamento Básico; Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; Plano Municipal de Arborização; Plano Municipal de Gestão das Águas/Bacias Hidrográficas; Plano Ambiental Municipal; Agenda 21 municipal (não obrigatório).
2) escolher o modelo ideal de PSA;	Maneira conciliada: intervenção de um agente mediador que esteja financiando o programa, pela inscrição do Município à editais de projetos financiadores, ou seja, uma instituição, fundação, ONG, etc. Maneira independente: PSA próprio, com a gerência do Município que estará realizando o programa. Geralmente utiliza-se a inscrição de projetos em editais de seleção para os Municípios que não conseguem aprovação de uma Lei Municipal que regulamente o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais, sendo uma opção paliativa para programas de curto prazo, garantindo principalmente a restauração ambiental.
3) identificar os parceiros e fontes financiadoras;	Procurar a identificação de parceiros que possuam interesses no programa a ser criado. Estes parceiros serão entidades que estejam interessadas em contribuir para a melhoria do meio ambiente rural e pela melhoria na quantidade e qualidade das águas para abastecimento público, estes parceiros que darão o auxílio necessário para que o programa aconteça. As principais instituições interessadas geralmente são: secretarias de meio ambiente, urbanismo, agricultura, desenvolvimento sustentável e turismo, institutos ligados à florestas, agência nacional de águas – ANA, organizações não governamentais (ONGs) que tratem de conservação ambiental, comitês de bacias hidrográficas, institutos ambientais dos estados, companhias de saneamento básico, empresas e indústrias privadas que possuam caráter socioambiental, universidades, faculdades e escolas locais, entre outras entidades mais.

Fonte: CIDREIRA (2016, p. 96).

Quadro 5 (continuação) – Passos essenciais do guia de passo a passo para implementação do PSA

Passo	Detalhes
4) instituir um marco legal;	Fazer a promulgação da Lei Municipal que criará o programa. Esta lei, seguida posteriormente de um Decreto que a regulamente, servirá para que possa ser firmado o acordo dos pagamentos aos produtores rurais pelos serviços ambientais por eles prestados. Além do exposto acima, com a lei, poderá ser permitido o apoio financeiro aos produtores que executam ações para atingir as possíveis metas a serem estabelecidas, poderá autorizar o município a firmar parcerias com as entidades atuantes no programa, possibilitando assim o apoio técnico e financeiro para a execução do programa.
5) obter um arranjo institucional;	Definir o arranjo institucional do programa, ou seja, definir quem vai gerir o mesmo, fazê-lo funcionar.
6) definir a área de atuação e áreas prioritárias	Deve ocorrer de maneira justa e com ponderação de ordens, dependendo da necessidade do Município. Esta definição pode ocorrer pela necessidade primária do Município, ocorrendo de duas maneiras: necessidade primária de restauração de vegetação ou necessidade de manutenção e preservação da vegetação já existente. Muitos problemas relativos ao meio ambiente dos municípios estão ligados a falta de vegetação nativa, com grandes áreas de devastação ambiental ou controle das áreas verdes, contendo invasões e ocupações irregulares de terrenos públicos ou privados. Estes dois pontos andam em conjunto com a Gestão das Águas Urbanas, fazendo link com a Gestão do Uso e Ocupação do solo.
7) caracterizar os provedores dos serviços	Realizar o cadastramento prévio da população do Município interessada em participar, tendo em vista que é um programa voluntário e em muitas etapas de definição do programa será necessária a estimativa de investimento futuro no programa. Este cadastramento poderá ser realizado por meio dos técnicos da prefeitura ou pelos parceiros do programa, como ONGs, universidades, escolas e instituições interessadas no programa. Deverá ser contabilizado o número de hectares disponíveis para a inserção no programa e deverá ser elaborado o diagnóstico socioambiental da região.
8) criar projetos executivos	Criação de projetos executivos, que darão o parâmetro a ser seguido em cada área. Estes projetos, deverão ser diferenciados para cada sub-bacia hidrográfica que será trabalhada, levando em conta suas peculiaridades e tipo de público a ser alcançado. Deverá ser aprofundado o diagnóstico socioeconômico, tendo agora como foco os proprietários da região escolhidas, tendo como objetivo o apontamento das percepções dos proprietários sobre PSA, definir o tamanho das propriedades e a parte destinada para o programa, além de classificar o agricultor, sabendo qual seus produtos produzidos e seus ganhos reais e efetivos. Em paralelo deve ser feito o estudo de uso do solo da bacia escolhida com base no diagnóstico socioeconômico, desta maneira poderão ser estabelecidas as áreas de intervenções.
9) lançar a chamada para o programa e cadastramento inicial	Os produtores devem passar por uma base de seleção, por meio da apresentação da documentação e análise fundiária. A obtenção destes documentos será feita pelo lançamento de um edital, com um cronograma de datas, o qual dará a chamada inicial do programa de maneira que neste esteja previsto o cadastro efetivo dos produtores interessados.
10) valorar os serviços ambientais e cálculos	A valoração econômica de serviços ambientais é necessária para definir a quantia de retorno que será devolvido ao produtor pelo serviço do mesmo prestado a população, no caso, a preservação da área verde de sua propriedade, a qual estará gerando a garantia de água no futuro. Estes valores podem estar associados aos atributos ambientais, sociais, culturais e econômicos de cada região, sendo valorado conforme suas especificidades.
11) contratar o programa	É na contratação que são criados termos de compromissos entre o produtor e a Prefeitura, são definidas as atividades, é feita a assinatura dos contratos e determinada como será a realização dos pagamentos. Assim que negociado com cada produtor, explicado os procedimentos que serão tomados e estabelecidas as regras que deverão ser seguidas para ambos os lados, é firmado um Termo de Compromisso, o qual garantirá a validade das informações fornecidas e acordadas.

Fonte: CIDREIRA (2016, p. 96).

Quadro 5 (conclusão) – Passos essenciais do guia de passo a passo para implementação do PSA

Passo	Detalhes
12) adequar as propriedades – recuperação das áreas degradadas e conservação	Para dar início a adequação das propriedades que necessitam de restauração, alguns itens relativos à legislação ambiental devem receber maior atenção. Esse é o caso da adequação as reservas legais (RL) e áreas de preservação permanente (APP), constantes no antigo código florestal brasileiro e atual Lei da vegetação nativa (Lei nº 12.651/2012), além da inscrição da propriedade no CAR – Cadastro Ambiental Rural, instrumento que possibilita a regularização da área por meio de programas, como o PRA – Programa de Regularização Ambiental.
13) pagar os produtores	O pagamento dos produtores deve ser rigorosamente cumprido por parte da Prefeitura, a fim de sempre incentivar a participação do mesmo no programa. Os valores deverão ser pagos em parcelas de acordo com o contrato, após a certificação da propriedade e sua inserção completa no programa. O monitoramento da evolução do projeto é indispensável para a realização do pagamento ao produtor, desta maneira poderá ocorrer o controle do produtor que está rigorosamente cumprindo as metas e seguindo o acordado em contrato.
14) monitorar as propriedades	Elaborar relatórios referentes ao trabalho realizado no campo, desta maneira é necessário o acompanhamento de técnicos e coordenadores responsáveis pelo projeto, a fim de que os relatórios sejam realizados ao final de cada atividade, para que não sejam esquecidos muitos detalhes. Ao fim de cada mês e cada meta estabelecida, os dados recolhidos devem ser passados para um relatório geral da propriedade, contendo fotos das ações. Mensalmente, devem ser realizadas visitas em todas as propriedades inscritas no programa, a fim de atestar o cumprimento das metas estabelecidas nos termos e leis e, poder assim, dar continuidade ao pagamento dos produtores.
15) criar ações de educação socioambiental	É pelo meio da educação ambiental que se consegue atingir produtores que de iniciam posicionaram-se contra ao programa de PSA, muitas vezes por falta de conhecimento, outras por falta de esclarecimento sobre projeto. Sem a adesão voluntária do produtor, o projeto não acontece, tendo em vista a necessidade de propriedades inscritas no programa. A educação ambiental é um ótimo aliado a um programa de Pagamento por Serviços Ambientais de sucesso.

Fonte: CIDREIRA (2016, p. 96).

Em outros meios de divulgação além da literatura científica, como em notícias e demais textos que visam apresentar o instrumento, o PSA é tratado basicamente como uma compensação financeira a produtores rurais que possuem vegetação nativa excedente e que abrem mão do direito de suprimir tal vegetação, como é observado em SF Agro (2017). Também surgem programas inéditos, tais como o projeto “Estradas com Araucárias” que objetiva estimular o plantio de araucárias nas divisas de propriedade rurais familiares com estradas onde há a ocorrência dessa espécie, incentivando-o por meio do PSA. Nesse projeto, cada produtor rural recebe mil reais por ano para plantar e cuidar de duzentas araucárias. Os serviços ambientais relacionados a esse programa referem-se ao auxílio no combate às mudanças climáticas, à constituição de corredores verdes com a agregação de valores paisagísticos e ecológicos às estradas, reduzindo a extinção de espécies (Folha Sustentável, 2017).

Altmann (2012) cita que o PSA clássico não foi pensado para áreas ou atividades urbanas, sendo que foi originalmente criado para induzir agentes econômicos da área rural a adotar práticas de manejo e uso do solo ambientalmente sustentáveis. Entretanto, existem sistemas de PSA urbanos, pois as comunidades urbanas necessitam de serviços ambientais para o seu desenvolvimento, dependendo, como exemplo, de bens e serviços como a água, controle do clima e umidade do ar, mitigação de efeitos das chuvas, entre outros. Dessa forma, no meio urbano o PSA pode estar relacionado à disposição correta de resíduos sólidos, mitigação da emissão de gases de efeito estufa, proteção das águas para uso urbano, manutenção de áreas verdes para a promoção da permeabilidade do solo, reduzindo risco de inundações urbanas, sendo uma ferramenta para mitigar ou evitar riscos à segurança da coletividade e ao meio ambiente (TOZZI, 2015).

No âmbito dos aspectos legais, o Brasil ainda não possui uma Política Nacional de PSA, sendo que essa concepção vem sendo considerada como um instrumento em outras políticas, tais como a lei de proteção da vegetação nativa, instituída pela lei federal nº12.651/2012, que estabelece o PSA conforme o “programa de apoio e incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente”, sendo que uma das linhas de ação refere-se ao:

“pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente:

- a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono;
- b) a conservação da beleza cênica natural;
- c) a conservação da biodiversidade;
- d) a conservação das águas e dos serviços hídricos;
- e) a regulação do clima;
- f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico;
- g) a conservação e o melhoramento do solo;
- h) a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito” (BRASIL, 2012).

Além do pagamento ou incentivo a serviços ambientais, essa lei prevê ainda a compensação pelas medidas de conservação ambientais, tais como créditos agrícolas, redução do imposto sobre a propriedade rural (ITR), destinação de recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água para a manutenção, recuperação ou recomposição de APPs e reserva legal, financiamento para atender

iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, entre outros. Até o momento apenas alguns municípios e estados brasileiros criaram legislações específicas e instituíram sistemas de pagamentos por serviços ambientais, caracterizando a sua pró-atividade, sendo que o principal desafio para a efetivação do PSA consiste na aprovação e implementação de uma política nacional (MENDES, FREIRIA, 2017). Tramita no Congresso Nacional, versando sobre serviços ambientais, o projeto de lei n. 5.487/2009.

A legislação brasileira implementa instrumentos econômicos na gestão ambiental. Por exemplo, a Lei nº 6.938/1981 (Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA), define a concessão florestal, a servidão ambiental, o seguro ambiental, entre outros, como instrumentos econômicos necessários à implantação da Política Nacional de Meio Ambiente. A Lei nº 12.651/2012 (lei de vegetação nativa, comumente conhecida como novo Código Florestal), como já citada, define como um de seus seis princípios a criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa e para promover o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis, entre eles o crédito de carbono. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei nº 12.305/2010) busca internalizar as externalidades positivas, realizadas pelos catadores, que desempenham atividade de relevância ambiental, por meio da inserção das associações e cooperativas de catadores no processo. Tendo como base o princípio usuário-pagador, a Política Nacional de Recursos Hídricos (lei nº 9.433/1997) instituiu a cobrança pelo uso da água, atendendo ao estabelecido na PNMA, a qual estabelece a “imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”.

Especificamente em relação ao PSA, está em trâmite no congresso nacional desde 2007 o projeto de lei (PL) que institui a Política Nacional dos Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, e estabelece formas de controle e financiamento desse Programa. Diversas leis e projetos de leis tratam direta ou indiretamente sobre o assunto, como se pode observar no quadro a seguir (Quadro 6).

Quadro 6 - Leis, decretos e projetos de lei sobre PSA na esfera federal

Bloco de análise	Lei, Decreto ou PL	Tema
Política Nacional de PSA	Projeto de Lei 792/2007	Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais.
Programa de Recuperação e Conservação da Cobertura Vegetal	Projeto de Lei 3.134/2008	Programa Nacional de Recuperação e Conservação da Cobertura Vegetal.
Fundo Clima	Lei 12.114/2009	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
	Decreto 7.343/2010	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (regulamento).
Programa de Apoio à Conservação Ambiental – Programa Bolsa Verde	Decreto 7.572/2011	Programa de Apoio à Conservação Ambiental – Programa Bolsa Verde
	Lei 12.512/2011	Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais.
Sistema Nacional de REDD+	Projeto de Lei do Senado 212/2011	Sistema Nacional de REED+
	Projeto de Lei da Câmara 195/2011	Sistema Nacional de REED+

Fonte: Santos et al. (2012).

* Entende-se por REDD+: Redução de emissões de CO₂ por meio da redução do desmatamento e da degradação e promoção da conservação, manejo florestal sustentável, manutenção e aumento dos estoques de carbono florestal medido.

A revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos (período 2012-2015), estabelece, dentre as prioridades para esse período, o desenvolvimento de mecanismos PSA, com foco na conservação de águas das bacias hidrográficas, além da recuperação e conservação de bacias hidrográficas em áreas urbanas e rurais (MMA, 2011). O plano considera que a continuidade dos serviços ambientais, essenciais à vida, depende diretamente da recuperação e conservação ambiental, além de práticas que minimizem os impactos das ações humanas sobre o meio ambiente. Dessa forma, as recomendações referem-se ao apoio a projetos de conservação de águas, solo e vegetação por meio do PSA e a avaliação continuada da implementação de tais programas em relação ao cumprimento de seus objetivos na gestão das águas. Como executores dessa prioridade constam a Agência Nacional de Águas - ANA e o Ministério do Meio Ambiente - MMA (MMA, 2011, p. 53).

No Paraná, a legislação referente ao PSA consta na Lei Estadual nº 17.134/2012 (Pagamento por Serviços Ambientais – em especial os prestados pela conservação da Biodiversidade – integrantes do Programa Bioclima Paraná) e no Decreto Estadual nº 1591/2015, que regulamenta as normas da Lei Estadual nº 17.134/2012.

Geralmente motivados por políticas públicas e visando a gestão de bens e serviços ambientais, diversos programas de pagamentos por serviços ambientais surgiram no mundo. Cidreira (2016, p. 45) levantou diversas iniciativas que, embora nem todas denominadas “PSA”, apresentaram os mesmos princípios básicos de recompensas para os prestadores dos serviços ambientais ou “protetores da natureza”. A Figura 7 apresenta essas iniciativas organizadas em uma linha do tempo. Dentre os programas listados abaixo, maior detalhamento será feito ao *New York Watershed Protection Program* (Programa de Proteção de Mananciais da Cidade de Nova Iorque), nos Estados Unidos e ao Projeto Conservador das Águas, no município de Extrema, Minas Gerais, Brasil.

A cidade de Nova Iorque possui um clássico e antigo exemplo de PSA, referente aos serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água de sua bacia de manancial: *New York Watershed Protection Program*. Na década de 1990, a cidade se viu entre as opções de investir em um capital físico, com a construção de um sistema avançado de tratamento de água, ou na recuperação da integridade dos ecossistemas de Catskill, a bacia de onde provem a água de Nova Iorque (CHICHILNISKY, HEAL, 1998, p.629). A primeira opção de investimento, em capital físico, teria um custo de 6 a 8 bilhões de dólares, e mais 300 milhões de dólares anualmente com manutenção do sistema. A segunda opção de investimento, em natural capital, que significa comprar e preservar terras ao redor dos mananciais e subsidiar a construção de melhores sistemas de tratamento de esgotos teria um custo total de 1 a 1,5 bilhões de dólares. Assim sendo, em 1996, a cidade de Nova Iorque investiu este valor em capital natural, esperando economizar um custo de 6 a 8 bilhões de dólares em 10 anos, tendo uma taxa interna de retorno de 90 a 170%, em um período de retorno de 4 a 7 anos (CHICHILNISKY, HEAL, 1998, p.629).

No Brasil, um programa de PSA relacionado à provisão e manutenção da qualidade da água tem sido desenvolvido com muito sucesso pela prefeitura municipal de Extrema – MG: o Projeto Conservador das Águas, com apoio do The Nature Conservancy do Brasil (TNC) e parceiros no município. Esse projeto foi reconhecido pela ONU como uma das melhores práticas mundiais de conservação, sendo que o produtor rural recebe por ano 175 reais/ha de área preservada que contribui para a provisão e manutenção da qualidade da água (KFOURI, FAVERO, 2011, p.57). Atualmente a Agência Nacional das Águas (ANA) gerencia o programa

“Produtor de Água”, que conta com diversos projetos como o município de Extrema. Até outubro de 2017, existiam 16 projetos de produtores de água espalhados principalmente pelas regiões sudeste, centro-oeste e sul do Brasil. O estado do Paraná conta apenas com um projeto produtor de água: o Oásis Apucarana (ANA, 2017).

A figura a seguir ilustra grande variedade de sistemas de PSA desenvolvidos no Brasil e em diversos outros países do mundo, demonstrando a importância desse instrumento em todo o mundo (Figura 7). Sua origem se deu nos Estados Unidos da América em meados de 1985, disseminando-se para demais locais do mundo e chegando ao Brasil em meados da década de 1990, mas foi a partir de 2005 que diversos programas brasileiros de PSA surgiram, motivados principalmente pelas questões de desenvolvimento de serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos. Possivelmente essa lista esteja atualmente maior.

Figura 7– Linha do tempo de casos de PSA

- 1985 - Conservation Reserve Program - CRP (Programa de Reservas de Conservação dos EUA) - Estados Unidos
- 1990 - Wetlands Reserve Program - WRP (Programa de Reservas de Áreas Úmidas dos EUA) - Estados Unidos
- 1996 - Payments for Environmental Services in Costa Rica (Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais da Costa Rica) - Costa Rica
- 1997 - New York Watershed Protection Program (Plano de Proteção dos Mananciais da Cidade de Nova Iorque) – NY - EUA
- SOS Nascentes – Programa de Gestão Ambiental da Região dos Mananciais – Joinville – SC - BR
- 2000 - Natura 2000 (Natura 2000) - União Europeia
- 2001 - Programa Produtor de água – ANA – Brasil
- Bush Tender/Eco Tender (Mercado de Bosques/Oferta Ecológica) - Austrália: Estado de Victoria
- 2002 - Tmatboey Ibis Project (Programa de Ecoturismo de Base Comunitária da Vila de Tmatboey) - Camboja: vila de Tmatboey
- Sloping Land Conversion Program - SLCP (Programa de Conversão de Áreas em Declive na China) - China: região oriental (Meio Oeste)
- 2003 - ProArbol - Payment for Environmental Services in Mexico (ProArbol - Programa de Pagamento por Serviços Ambientais do México) - México
- Projeto Oásis – Fundação Grupo O Boticário
- 2004 - Cidanau Watershed PES (Programa de PSA da Bacia Hidrográfica de Cidanau) - Indonésia: ilha de Java
- 2005 - Arabuko Sokoke Forest management and Conservation Project (Projeto de Manejo e Conservação da Floresta de Arabuko Sokoke) - Quênia
- Projeto Conservador das Águas – Extrema – MG - BR
- 2006 - Sumberjaya River Care Scheme (Esquema de Proteção Hídrica em Sumberjaya) - Indonésia: província de Lampung, Ilha de Sumatra
- Tasmanian Forest Conservation Fund - TFCF (Fundo para Conservação das Florestas da Tasmânia) - Austrália: Estado da Tasmânia
- Programa Produtor de Água – PCJ – SP - BR
- Projeto Oásis São Paulo e Região Metropolitana – SP - BR
- Ribeirão do Boi Sustentável – MG - BR
- 2008 - The Ankeniheny-Mantadia-Zahamena Biodiversity Conservation and Restoration Corridor Carbon Project, REDD component (Componente de REDD do Programa de Carbono do Corredor de Conservação e Restauração de Ankeniheny-Mantadia-Zahamena) - Madagascar
- Projeto Produtores de Água – Bacia Benevente - ES – BR
- Programa Produtores de Água – Bacia do Rio São José – RJ - BR
- 2009 - Projeto ProdutorES de Água – ES - BR
- Projeto Oásis Apucarana - Bacias dos rios Ivaí, Pirapó e Tibagi - Apucarana – PR - BR
- Produtores de Água e Floresta - Rio Claro - RJ – BR
- PRO PSA da Bacia do rio Guandu – Produtores de Água e Floresta – RJ - BR
- Projeto Produtor de Água do Rio Camboriú – SC - BR
- Florestas para a Vida – ES - BR
- Promata Itabira / Itamonte / Carlos Chagas / Amanhãgua / AMAJF / 4 Cantos / – MG - BR
- 2010 - Projeto Produtor de Água em Rio Branco – AC - BR
- Programa Produtor de Água de Guaratinguetá – SP - BR
- Projeto Produtor de Água no Taquarussu – TO - BR
- Programa Produtor de Água São Francisco Xavier – SP – BR
- Entorno RPPN Feliciano Abdala – Corredor Muriqui – MG - BR
- Nascentes do Rio Doce – Brás Pires – MG - BR
- Desenvolvimento Rural Sustentável na Bacia do Rio Santo Antônio – MG - BR
- 2011 - Projeto Oasis São Bento do Sul: Produtor de Água no rio Vermelho – SC - BR
- Projeto Produtor de Água no Córrego Feio – MG - BR
- Projeto Produtor de Água na APA do Guariroba – MS - BR
- Projeto Protetor das Águas – RS - BR
- 2012 - Projeto Oasis Serra da Moeda – Brumadinho – MG - BR
- Projeto Mina d'água – SP - BR
- Bush Broker (Leilão de Bosques) - Austrália: Estado de Victoria
- 2013 - Programa Produtor de Água do João Leite – GO – BR
- 2014 - Programa Produtor de Água na bacia do rio Macaé – RJ – BR
- Em Criação - Produtor de Água nas Bacias Rio Francisco e Doce - Comitês
- Projeto Oasis São José dos Campos – SP – BR
- Projeto Oasis Bonito – MS – BR
- Projeto Oasis Região Metropolitana de Curitiba – PR – BR
- Projeto Oasis Palmas – TO – BR

Fonte: Cidreira (2016, p. 46).

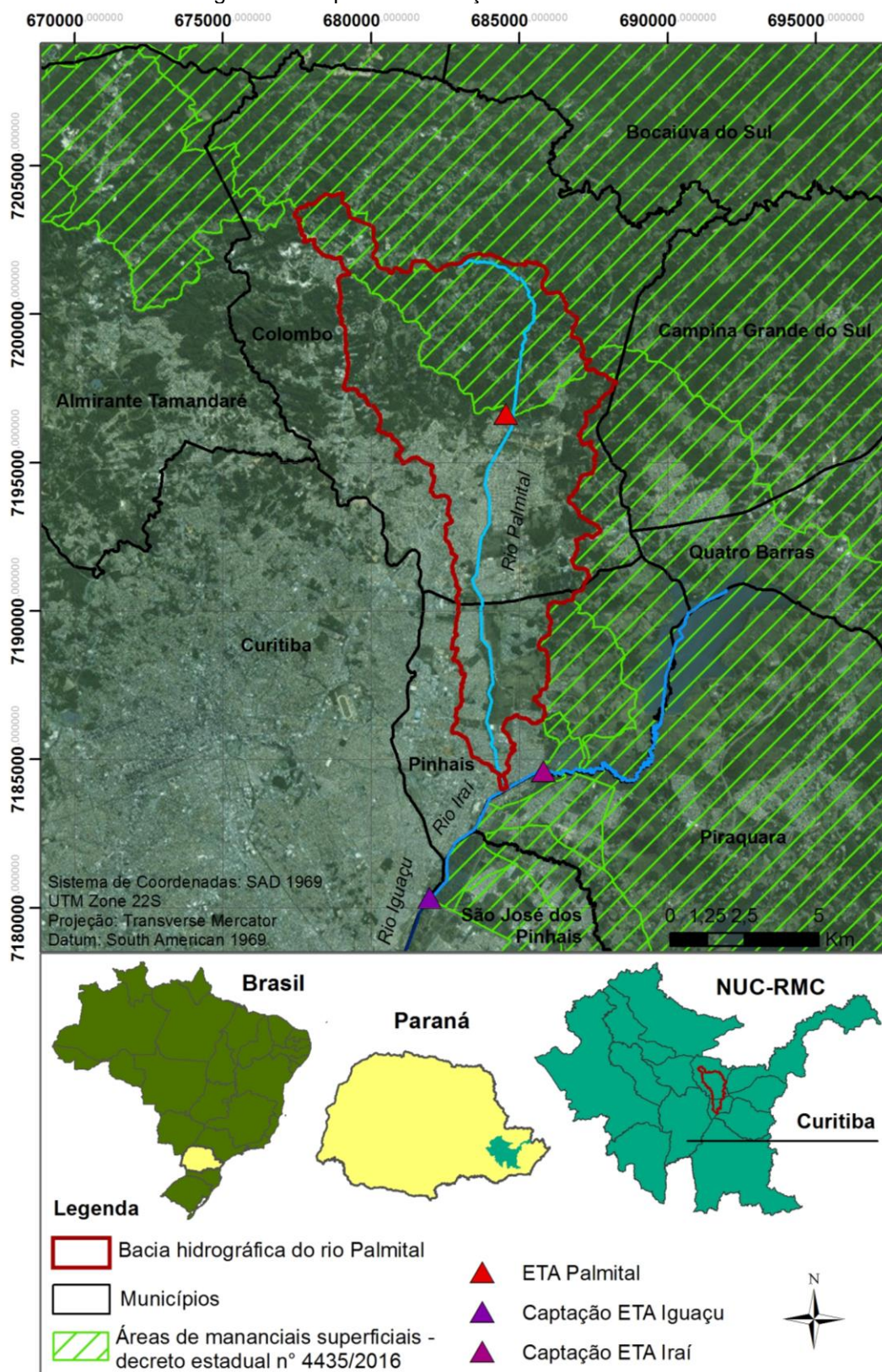
3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta seção apresenta as características da metodologia da presente pesquisa, a qual é classificada como um estudo de caso (método da pesquisa), uma vez que envolve o estudo profundo de poucos objetos buscando seu conhecimento amplo e detalhado. A área de estudo, delimitada pela bacia hidrográfica do rio Palmital, está localizada em área de interesse de manancial da região metropolitana de Curitiba (RMC), embora a qualidade de sua água esteja comprometida devido ao processo de degradação ocorrido nas últimas décadas, tornando seu uso incompatível com a finalidade que se destina. O item a seguir (item 3.1) descreverá algumas características da área de estudo. Posteriormente, o item denominado “3.2 fases da pesquisa” traz detalhadamente toda a base para entendimento de como as técnicas foram aplicadas ao estudo de caso com a finalidade de responder à questão problema e aos objetivos desse trabalho.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para essa pesquisa foi selecionada uma área de abrangência que compreende parte da região metropolitana de Curitiba (RMC), mais especificamente a bacia hidrográfica do rio Palmital (Figura 8). A RMC está localizada na região leste do Estado do Paraná. Já a bacia hidrográfica do rio Palmital localiza-se na parte leste da RMC, abrangida pelos municípios de Colombo e Pinhais. Essa bacia representa um clássico exemplo de um manancial hídrico urbano “perdido” pela degradação ambiental, ocasionada principalmente pela rápida expansão urbana em área periférica em um momento histórico do Brasil onde houve grandes contingentes de imigração para importantes cidades, como é o caso de Curitiba no estado do Paraná.

Figura 8 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: SUDERHSA (2000) e COMEC (2016), adaptado com emprego do software ArcGIS®.

Observações: NUC-RMC: Municípios pertencentes ao Núcleo Urbano Central da Região Metropolitana de Curitiba. ETA: Estação de tratamento de água.

De acordo com o Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana - SAIC (SANEPAR, 2013, p. 74), as águas do rio Palmital estão sendo exploradas em sua cabeceira, destinadas à estação de tratamento de água Palmital (ETA Palmital), possuindo uma área de drenagem de 30 km² acima do ponto de captação e um sistema de produção de 60 l/s (SANEPAR, 2013, p. 43). Em sua totalidade, a bacia do rio Palmital tem aproximadamente 90 km², de acordo com dados georeferenciados pelo Instituto de Águas do Paraná (SUDERHSA, 2000).

As águas do rio Palmital contribuíram à maior estação de tratamento de água (ETA) do Paraná, a ETA Iguaçu, mas atualmente o sistema Palmital abastece apenas o distrito de São Dimas no município de Colombo (ETA Palmital). Este sistema é composto de captação a fio d'água em região a montante da bacia, elevatória de água bruta e ETA tipo compacta metálica com processo floco-decantação com capacidade nominal de 60 l/s (SANEPAR, 2013, p. 45). No final da década de 1990, Andreoli et al. (1999) afirmaram que o grau de poluição do rio Palmital obrigava a paralisação da ETA em curtos períodos após início de chuvas de grande intensidade, o que determinou estudos de sua exclusão futura do cenário dos mananciais de abastecimento.

A bacia hidrográfica do rio Palmital, a qual drena os municípios de Colombo e Pinhais, localizados na RMC, recebe diversas contribuições de esgotos e resíduos sólidos, sendo que o carreamento desses materiais nas galerias de águas pluviais, principalmente após os períodos de estiagem, é o responsável pelas súbitas alterações da qualidade da água. Devido à má qualidade, as águas da bacia hidrográfica do rio Palmital são desviadas para jusante das captações do Iraí e do Iguaçu, contribuindo para parte da vazão ecológica necessária da bacia do Altíssimo Iguaçu (ANDREOLI et al., 2003, p. 66-69). De acordo com notícia publicada em maio de 2016 pelo portal do grupo gestor de Revitalização do Rio Iguaçu, o rio Palmital foi escolhido para iniciar a implantação do Programa de Conservação de Mananciais devido à situação crítica que se encontra. Entre abril de 2015 e março de 2016 foram registradas setenta e três paradas no sistema de abastecimento de água da bacia devido à falta de qualidade da água (PARANÁ, 2016).

A delimitação das áreas de mananciais da região metropolitana de Curitiba (RMC) é estabelecida legalmente por meio de decretos estaduais desde 2006. O

decreto atualmente vigente (nº4435/2016), além dos anteriores, mantém como manancial a área da bacia hidrográfica do rio Palmital a montante da captação da estação de tratamento de água (ETA) Palmital, operada pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). A área da bacia hidrográfica do rio Palmital a jusante da captação da ETA até sua foz no rio Iraí passou por modificações legais ao longo do tempo, sendo que este trecho deixou de ser manancial em outubro de 2012, tal como resumido abaixo:

- a) Decreto nº 6390/2006: a área da bacia do rio Palmital a jusante da captação da ETA até a confluência com o rio Iraí é classificada como de “transição”;
- b) Decreto nº 3411/2008: a área da bacia do rio Palmital a jusante da captação da ETA até a confluência com o rio Iraí é classificada como “manancial”;
- c) Decreto nº 6194/2012: a área da bacia do rio Palmital a jusante da captação da ETA até a confluência com o rio Iraí é classificada como “não manancial”;
- d) Decreto nº 4435/2016: a área da bacia do rio Palmital a jusante da captação da ETA até a confluência com o rio Iraí é classificada como “não manancial”.

Na RMC, a elaboração de políticas públicas acerca da qualidade ambiental das áreas de mananciais é responsabilidade do Conselho Gestor de Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba (CGM-RMC), sendo este um órgão colegiado com poderes consultivo, deliberativo e normativo. Este órgão foi instituído pela Lei Estadual nº 12.248/1998, a qual criou o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC. Como citado anteriormente, a delimitação das áreas de mananciais da região metropolitana de Curitiba (RMC) são estabelecidas legalmente por meio de decretos estaduais desde 2006.

Neste grande centro urbano, a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC) dá grande enfoque integrado entre a gestão urbana e a gestão dos mananciais hídricos no “Plano de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Curitiba: Propostas de ordenamento territorial e novo arranjo institucional” (COMEC, 2006). Dentre as propostas de ordenamento territorial

constam duas linhas estratégicas: a primeira voltada às questões ambientais e a segunda às questões urbanísticas, como demonstrado no Quadro 7.

Quadro 7 – Linhas estratégicas do Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC – 2006

	Tema	Propostas de ordenamento territorial (descrição)
1ª linha estratégica	1. Delimitação dos mananciais	Aprovação da nova proposta de delimitação das áreas destinadas à proteção dos mananciais de abastecimento.
	2. Instrumentos para os mananciais	Consolidação dos instrumentos previstos pela Lei nº 12.248/1998 destinadas à proteção dos mananciais de abastecimento.
	3. Esgotamento sanitário	Infra-estrutura de esgotamento sanitário, prioritariamente sobre as áreas urbanas com ocupação nas áreas destinadas à proteção dos mananciais de abastecimento público.
	4. Ocupação em fundo de vale	Promoção de relocação instaladas em áreas inadequadas à ocupação, priorizando as localizadas nas áreas de uso controlado sobre mananciais subterrâneos e superficiais.
	5. Manejo rural	Estudo e implementação de mecanismos que atuem na consolidação de um manejo rural sustentado em áreas de uso controlado sobre mananciais de abastecimento público.
	6. Anuência prévia	Regulamentação, no âmbito estadual da emissão da anuência prévia da COMEC.
	7. Empreendimentos urbanísticos	Regulamentação dos empreendimentos urbanísticos, na forma de condomínios horizontais e de empreendimentos industriais.
	8. Carste (referente ao aquífero localizado na região)	Promoção da compatibilização das legislações municipais de uso e ocupação do solo com as diretrizes estaduais oriundas do plano de uso e ocupação do solo da área de interesse do Carte.
	9. Áreas ambientalmente protegidas	Consolidação dos instrumentos previstos por lei para as áreas definidas como ambientalmente protegidas.
	10. Parque Iguazu	Instituição de um instrumento legal de proteção das várzeas do Iguazu.
	11. Desfragmentação florística	Estudo e implantação de mecanismos de desfragmentação florística, integrando a conservação das áreas protegidas e o manejo florestal sustentado.
2ª linha estratégica	1. Vazios urbanos	Implementação de instrumentos que visem a ocupação de vazios urbanos e o adensamento das áreas de consolidação da ocupação.
	2. Áreas de expansão	Planejamento para ocupação futura das áreas de expansão.
	3. Indústrias	Incentivo à instalação das atividades ligadas ao setor secundário nas áreas dotadas de potencialidade logística e industrial, observando-se as restrições legais.
	4. Sistema viário metropolitano	Consolidação da nova proposta de diretrizes para o sistema viário da Região Metropolitana de Curitiba.

Fonte: COMEC (2006).

3.2 FASES DA PESQUISA

Definida a área de estudo, apresenta-se o detalhamento das fases da pesquisa para desenvolvimento do método proposto. Ressalta-se que o foco deste trabalho está em uma análise retrospectiva sobre a realidade de um processo de urbanização e da perda da qualidade dos recursos hídricos e como o PSA poderia ter evitado essa situação se aplicado como um instrumento de gestão. A realização

dessa pesquisa obedeceu as fases decorrentes dos objetivos específicos definidos na seção 1.3., sendo que o quadro abaixo apresenta as características dessas fases (Quadro 8), as quais serão posteriormente detalhadas.

Quadro 8 – Fases estruturantes da pesquisa

Fase	Descrição da fase	Resultados esperados
1 – Fundamentação teórica	Elaboração de uma base teórica e conceitual para sustentação ao desenvolvimento da pesquisa.	Conceitos, definições sobre os temas da pesquisa.
2 - Definição dos cenários retrospectivos	Definição das datas ou períodos dos cenários retrospectivos, considerando os critérios estabelecidos no item 3.2.1.	Data e/ou períodos dos cenários retrospectivos.
3 - Caracterização dos cenários retrospectivos	Caracterização de cada cenário retrospectivo e do cenário atual (2016) considerando as variáveis demográficas, ambientais e do sistema antrópico, sanitárias, socioeconômicas, institucionais e legais, conforme os critérios definidos no item 3.2.3.	Caracterização de cada cenário retrospectivo bem como do cenário atual (2016) considerando as variáveis selecionadas, dando base para inserção do PSA na análise da próxima fase.
4 - Definição do cenário ideal com PSA	Definição de um cenário ideal com o sistema de PSA, com base nas informações obtidas e construídas na fundamentação teórica.	Caracterização de um cenário ideal para que um sistema de PSA possa funcionar eficientemente, ou seja, de forma a garantir a continuidade de serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água.
5 - Comparações do cenário ideal com PSA aos cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital	Comparação do cenário ideal com PSA com os cenários retrospectivos e análise de suas principais intervenções considerando as variáveis de análise caracterizadas na fase anterior.	Observar em que momento da história da bacia hidrográfica do rio Palmital o PSA poderia ter sido aplicado de forma a impedir a perda dos serviços ambientais relacionados à água e garantir a conservação do manancial. Além disso, detalhar as intervenções do PSA caso esse instrumento tivesse sido aplicado na bacia do rio Palmital visando sua conservação.
6 - Análise integrada dos resultados e conclusão	Três etapas foram fundamentais para a análise dos resultados: a) discussão sobre as atuais características da bacia hidrográfica, bem como de seu real processo de urbanização e perda da qualidade ambiental no decorrer do tempo, com base nos resultados da fase 3; b) discussão sobre as características da bacia hidrográfica considerando se no passado o PSA tivesse sido adotado como instrumento de gestão para a conservação de mananciais, com base nos resultados das fases 4 e 5. c) análise do potencial do PSA como um instrumento da gestão de mananciais urbanos e conclusões com demais discussões decorrentes do desenvolvimento da pesquisa.	Afirmação ou rejeição da questão problema: “o PSA é um instrumento potencial para garantir que mananciais hídricos urbanos não percam sua função essencial de fornecer água em quantidade e qualidade necessária à população, ou seja, como um instrumento de conservação?”.

Fonte: a autora.

3.2.1 Fase 1 – Fundamentação teórica

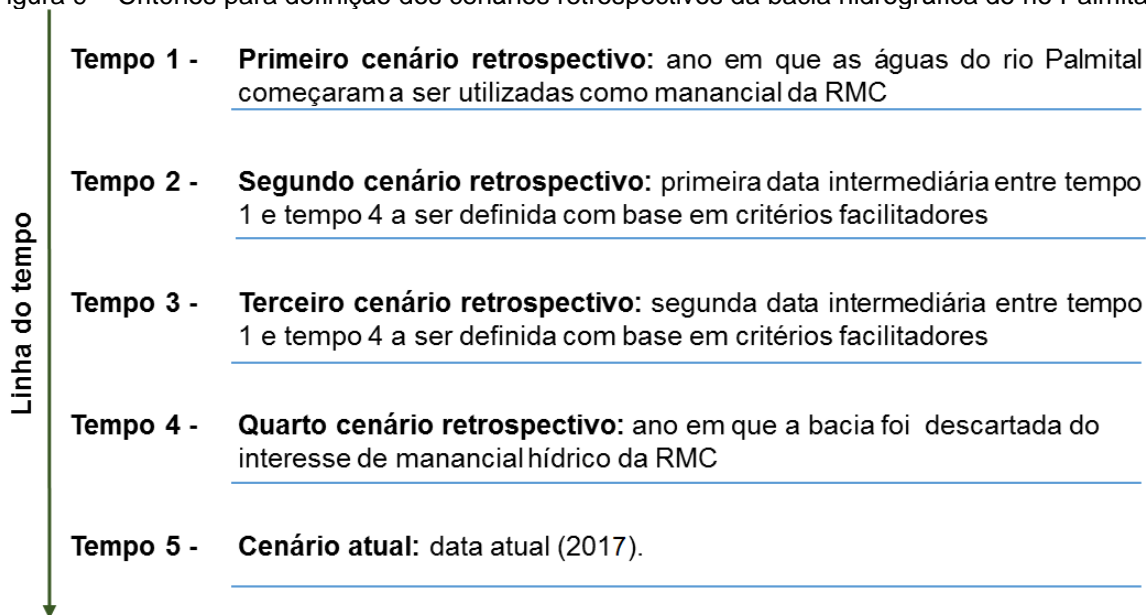
A fundamentação teórica é uma fase que começou a ser elaborada antes da definição da metodologia dessa pesquisa e foi complementada após a finalização de todas as fases subsequentes. De acordo com Silva e Menezes (2005, p. 37), a revisão da literatura é uma das etapas mais importantes de um projeto de pesquisa, sendo que a partir dela será possível traçar um quadro teórico e conceitual que dará sustentação ao desenvolvimento da pesquisa. Dessa forma, a fundamentação teórica apresentada a seguir será detalhada entre os dois temas da pesquisa: gestão de mananciais hídricos urbanos e pagamentos por serviços ambientais (PSA), além de apresentar a sua relação com a gestão urbana.

A seção referente à fundamentação teórica é apresentada no começo deste compêndio, logo após a seção de “introdução”, pois além de ser base teórica e conceitual para as análises necessárias, é texto fundamental para que os demais leitores desenvolvam a compreensão sobre os temas da pesquisa.

3.2.2 Fase 2 – Definição dos períodos dos cenários retrospectivos

Essa fase refere-se basicamente à seleção das datas ou períodos representativos de cada cenário. Primeiramente, adotou-se como critério para a delimitação do primeiro e último cenário retrospectivo as datas em que a bacia hidrográfica do rio Palmital foi, respectivamente, definida como manancial hídrico da RMC e quando a mesma foi descartada desse interesse. No período intermediário entre essas duas datas foram adotados mais dois cenários, definidos com base na disponibilidade de dados. A Figura 9 ilustra a linha do tempo, os cenários e os critérios utilizados para a definição de seus períodos.

Figura 9 – Critérios para definição dos cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital



Fonte: a autora (2017).

3.2.3 Fase 3 – Caracterização dos cenários retrospectivos

A caracterização dos cenários retrospectivos foi feita com base em variáveis representativas que permitiam a identificação e análise dos processos de urbanização e gestão de recursos hídricos na área de estudo. Para isso foram definidos cinco grupos principais de variáveis, sendo elas:

- a) demográficas;
- b) ambientais e componentes do sistema antrópico;
- c) sanitárias;
- d) desenvolvimento humano;
- e) institucionais e legais.

Dentre esses grupos foram levantadas variáveis representativas para as análises, ou seja, aquelas variáveis com as quais o PSA possui interação ou capacidade de influenciar. Buscou-se também aproveitar a disponibilidade de bancos de dados de organizações como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (Ipardes), Instituto de Águas do Paraná, Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), entre outros.

I. Variáveis demográficas

A fonte de dados para as variáveis demográficas estão, basicamente, nas publicações do IBGE referentes aos Censos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, além da contagem da população de 2007. Publicações da COMEC e das prefeituras também podem enriquecer a caracterização com informações sobre o processo de urbanização dos municípios de Colombo e Pinhais. As variáveis demográficas adotadas são:

- população (número de habitantes rurais e urbanos);
- taxa de crescimento populacional (porcentagem em relação aos dados de população do censo anterior).

II. Variáveis ambientais e do sistema antrópico

As variáveis ambientais e do sistema antrópico buscam refletir a qualidade ambiental bem como o uso do solo na área de estudo. Foram definidas duas variáveis para essa categoria, sendo elas:

- qualidade da água e;
- uso e ocupação do solo.

Os dados e informações históricas sobre a qualidade da água na bacia terá como base publicações do Instituto das Águas do Paraná. A caracterização do uso e ocupação do solo será feita por meio do mapeamento histórico com o auxílio do software ArcGIS e imagens aéreas do satélite Landsat disponibilizadas pelo INPE. O INPE disponibiliza imagens desde o ano de 1973, sendo que as imagens mais antigas (principalmente na década de 70) apresentam qualidades que inviabilizam o mapeamento nesse período. Apesar desse problema, foi dada prioridade à identificação do momento em que a bacia hidrográfica do rio Palmital passou pela explosão demográfica, estimada entre as décadas de 1980 e 1990.

III. Variáveis sanitárias

As variáveis sanitárias refletem as características do saneamento básico na região de estudo. Embora todos os quatro componentes do saneamento básico sejam essenciais para a manutenção da qualidade ambiental, não foram consideradas informações sobre drenagem pluvial urbana e de resíduos sólidos devido à escassez de disponibilidade de dados a respeito. A fonte de dados e

informações são publicações dos censos do IBGE, organizados e disponibilizados também nos bancos de dados do Iparde, sendo adotadas as seguintes variáveis:

- abastecimento de água (número de economias atendidas pelo sistema público de abastecimento de água);
- esgotamento sanitário (número de economias atendidas pela rede pública de esgoto).

IV. Variáveis de desenvolvimento humano

As variáveis de desenvolvimento humano buscam refletir as condições de qualidade de vida da população nos momentos de cada cenário, neste caso referem-se aos dados municipais de Colombo e Pinhas. As fontes de dados e informações serão, basicamente, publicações dos censos do IBGE, também disponibilizadas pelo banco de dados do Iparde, sendo adotadas as variáveis de índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) e índice de Gini.

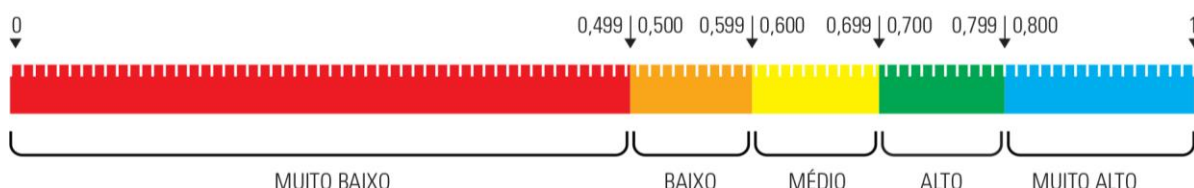
Buscando agregar dados que transmitam informações sobre saúde, educação e trabalho, optou-se pela utilização do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), pois este é um indicador que comporta três outras dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. Seu índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior é o desenvolvimento humano. Esse indicador foi adequado ao contexto brasileiro pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil e possui dados municipais desde o ano de 1991 (PNUD, 2017). O quadro abaixo (Quadro 9) demonstra os detalhes sobre cada dimensão do IDHM e a Figura 10 demonstra as faixas de Desenvolvimento Humano Municipal, informações as quais são utilizadas para interpretação dos dados referentes à área de estudo.

Quadro 9 – Como é calculado o índice de desenvolvimento humano municipal - IDHM

Dimensão do IDHM	Características
Vida longa e saudável – IDHM Longevidade	É medida pela expectativa de vida ao nascer, calculada por método indireto, a partir dos dados dos Censos Demográficos do IBGE. Esse indicador mostra o número médio de anos que uma pessoa nascida em determinado município viveria a partir do nascimento, mantidos os mesmos padrões de mortalidade.
Acesso ao conhecimento – IDHM Educação	É medido por meio de dois indicadores. A escolaridade da população adulta é medida pelo percentual de pessoas de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo - tem peso 1. O fluxo escolar da população jovem é medido pela média aritmética do percentual de crianças de 5 a 6 anos frequentando a escola, do percentual de jovens de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental, do percentual de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo e do percentual de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo - tem peso 2. A medida acompanha a população em idade escolar em quatro momentos importantes da sua formação. Isso facilita aos gestores identificar se crianças e jovens estão nas séries adequadas nas idades certas. A média geométrica desses dois componentes resulta no IDHM Educação. Os dados são do Censo Demográfico do IBGE.
Padrão de vida – IDHM Renda	É medido pela renda municipal per capita, ou seja, a renda média dos residentes de determinado município. É a soma da renda de todos os residentes, dividida pelo número de pessoas que moram no município – inclusive crianças e pessoas sem registro de renda. Os dados são dos Censos Demográficos do IBGE.

Fonte: Atlas Brasil (2017).

Figura 10 – Faixas de desenvolvimento humano municipal



Fonte: Atlas Brasil (2017).

Observa-se a restrição das faixas de desenvolvimento humano municipal, sendo considerado satisfatório apenas a partir do valor de 0,7, refletindo um IDHM alto a muito alto.

V. Variáveis Institucionais e legais

As variáveis institucionais e legais buscam refletir quais eram as políticas públicas e os instrumentos de gestão urbana vigentes no período de cada cenário. Dessa forma foram definidas as seguintes variáveis:

- legislação vigente (existência e características das legislações relacionadas a gestão urbana e ambiental);
- planos de recursos hídricos (existência e características);
- planos de urbanização (existência e características);
- demais instrumentos de gestão urbana (existência e características);

- demais instrumentos de gestão ambiental (existência e características).

A fonte dessas informações refere-se a bancos de leis e decretos, planos diretores, planos de desenvolvimento, plano de desenvolvimento integrado da RMC, disponibilizados pelas prefeituras, Instituto de Águas do Paraná, Comitês de Bacias Hidrográficas, COMEC, entre outros.

O quadro a seguir (Quadro 10) apresenta um resumo das variáveis adotadas, bem como as principais fontes a serem utilizadas.

Quadro 10 – Variáveis adotadas para a caracterização dos cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital

Tipo	Variáveis	Principais fontes
Demográficas	<ul style="list-style-type: none"> • população (número de habitantes rurais e urbanos); • taxa de crescimento populacional (porcentagem de crescimento ao ano para os períodos estudados). 	Censos IBGE de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, banco de dados do Ipardes.
Ambientais e componentes do sistema antrópico	<ul style="list-style-type: none"> • uso e ocupação do solo (área urbana, vegetação, agricultura e outros usos); • qualidade da água. 	Mapeamento com base em imagens históricas do satélite Landsat e auxílio do software ArcGIS. Publicações sobre o monitoramento da qualidade da água pelo IAP e Instituto de Águas do Paraná, etc.
Sanitárias	<ul style="list-style-type: none"> • abastecimento de água (número de economias atendidas pelo sistema público de abastecimento de água); • esgotamento sanitário (número de economias atendidas pela rede pública de esgoto). 	Censos IBGE de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 e banco de dados do Ipardes.
Desenvolvimento humano	<ul style="list-style-type: none"> • índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM); • índice de gini; 	Censos IBGE de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 e banco de dados do Ipardes.
Institucionais e legais	<ul style="list-style-type: none"> • legislação vigente (existência e características das legislações relacionadas a gestão urbana e ambiental); • planos de recursos hídricos (existência e características); • planos de urbanização (existência e características); • demais instrumentos de gestão urbana (existência e características); • demais instrumentos de gestão ambiental (existência e características). 	Banco de leis e decretos, planos diretores, planos de desenvolvimento, plano de desenvolvimento integrado da RMC, disponibilizados pelas prefeituras, Instituto de Águas do Paraná, Comitês de Bacia, COMEC, etc.

Fonte: a autora (2016).

Após a definição das datas ou períodos, foi dado início efetivamente à coleta de dados e redação do texto para a caracterização da bacia hidrográfica do rio Palmital. Nesta fase foram utilizadas as fontes de dados previstas, visando ter como base cenários que permitam, posteriormente, a inserção e análise das contribuições do PSA como instrumento de gestão de mananciais hídricos urbanos.

A caracterização dos cenários retrospectivos é apresentada de forma detalhada, buscando entender, principalmente, os processos de urbanização e o contexto socioeconômico em que os municípios de Colombo e Pinhais estavam inseridos, com foco no detalhamento das políticas públicas e instrumentos de gestão ambiental urbana aplicados nos períodos estudados.

3.2.4 Fase 4 – Definição do cenário ideal com o pagamento por serviços ambientais

Para que um sistema de pagamentos por serviços ambientais possa ser possível é necessária a garantia de provisão de serviços ambientais, ou seja, no caso dessa pesquisa, os serviços de provisão e manutenção da qualidade da água de mananciais hídricos urbanos. A garantia da provisão de serviços relacionados à quantidade e qualidade da água está estritamente relacionada ao uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica, quando o foco está nos recursos hídricos superficiais. Dessa forma, para que os serviços ambientais de uma bacia hidrográfica sejam prestados de forma contínua, torna-se essencial a definição de zoneamentos com a finalidade de proteção ambiental.

Assim sendo, para a elaboração de um modelo ideal de PSA tornou-se necessária também a definição de um plano de fundo ideal que reflita a qualidade ambiental de uma área para garantir que serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água sejam constantes. Adotou-se, então, que este plano de fundo seja caracterizado por uma área de conservação de uso sustentável, cujos objetivos básicos são proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Ela pode ser constituída de terras públicas e/ou privadas, com certo grau de ocupação humana e dotada de atributos naturais, estéticos ou culturais essenciais para a qualidade de vida e o bem-estar humano.

Para a bacia hidrográfica do rio Palmital, foram definidos os possíveis usos e ocupação do solo, bem como as características desses usos (exemplo: ocupação urbana de baixa densidade, agricultura orgânica, etc) e dos sistemas de saneamento básico, baseando-se em técnicas que respeitem a característica dos ecossistemas locais. Todas essas ações estarão voltadas ao objetivo de conciliar as atividades antrópicas à garantia da qualidade ambiental do manancial, ou seja, o desenvolvimento constante dos serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água, justificando a possibilidade de criação de um sistema de PSA.

Garantida a manutenção de tais serviços, o sistema de PSA deverá seguir os passos definidos por Cidreira (2016), como apresentado no item 2.2.2 desse documento. Não faz parte do âmbito desse trabalho analisar as características burocráticas de um sistema de PSA. Dessa forma, parte-se do pressuposto que o sistema de PSA terá todos os atributos e características necessárias para que possa beneficiar a sociedade em geral, sendo possível analisar posteriormente em que momento da história da bacia hidrográfica do rio Palmital esse instrumento poderia ter sido aplicado de forma a impedir a perda dos serviços ambientais relacionados à água e garantir a conservação do manancial. Ou seja, o seu potencial como um instrumento de gestão de mananciais hídricos urbanos.

3.2.5 Fase 5 – Comparações do cenário ideal com os cenários retrospectivos

A fase anterior traz as principais características do processo de urbanização da bacia hidrográfica do rio Palmital, bem como da perda da qualidade da água desse manancial. Sobre essa base foi possível verificar de que forma o PSA poderia interferir no processo de urbanização que culminou na perda de qualidade ambiental da área, delimitando o momento ideal (o limiar) no qual esse instrumento poderia ter sido aplicado como uma “estrutura de controle”, evitando que a qualidade ambiental do manancial fosse deteriorada. Para tanto, o cenário ideal com PSA, definido na fase 4, será comparado com cada cenário retrospectivo da bacia hidrográfica do rio Palmital.

3.2.6 Fase 6 – Análise integrada dos resultados e conclusão

A análise dos resultados busca, com base nos resultados das fases anteriores, afirmar ou rejeitar a questão problema, a qual havia sido formulada da seguinte maneira: “o PSA é um instrumento potencial para que mananciais hídricos urbanos não percam sua função essencial de fornecer água em quantidade e qualidade necessária à população?”. Assim sendo, a análise final e a conclusão do trabalho buscam apresentar a potencialidade de sistemas de PSA como um instrumento para a gestão de mananciais hídricos urbanos, considerando que a “potencialidade” refere-se à possibilidade que algo tem para transformar a realidade (neste caso uma realidade ao longo de um processo histórico).

A observação da realidade de um processo histórico degradante e negativo, como é a deterioração ambiental da bacia do rio Palmital, bem como de que forma um instrumento como o PSA poderia ter controlado esse quadro, poderá servir de modelo para a gestão de outros mananciais que ainda se encontram conservados, mas no limiar da degradação irreversível (considerando os resultados dos atuais modelos de planejamento e gestão) causada pela urbanização.

4 ANÁLISES E RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 CENÁRIOS RETROSPECTIVOS DA BACIA DO RIO PALMITAL

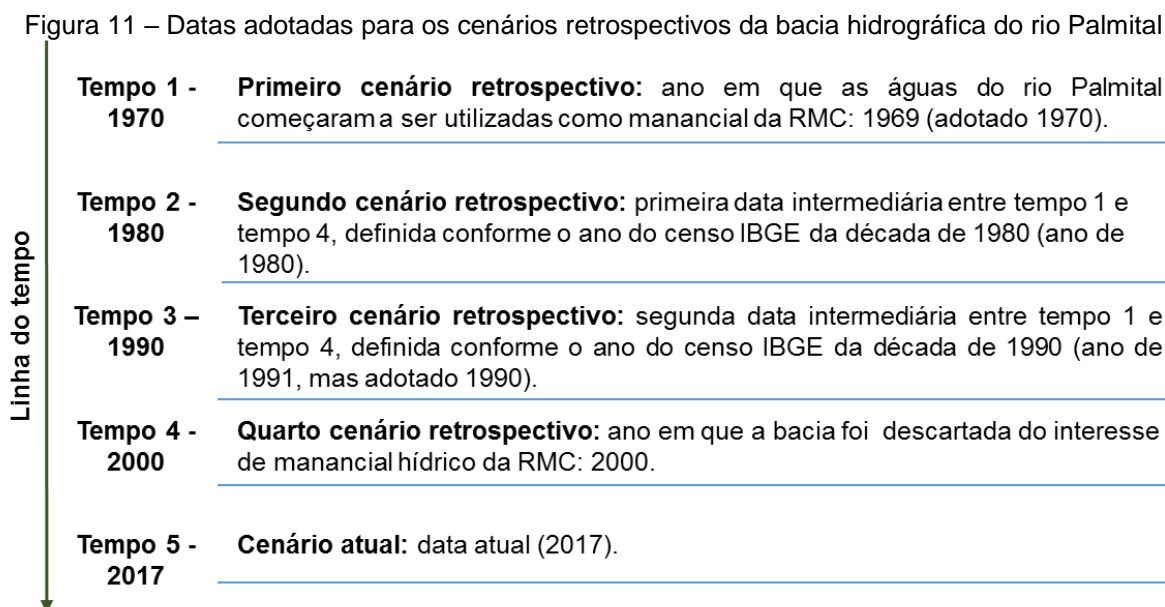
De acordo com a metodologia definida no item 3.2, os cenários retrospectivos devem ser adotados com base nas datas representativas para cada período. O primeiro cenário referente ao tempo 1, representa a data em que as águas da bacia hidrográfica do rio Palmital começaram a ser utilizadas como manancial hídrico da região metropolitana de Curitiba (RMC). Já o penúltimo cenário, referente ao tempo 4, representa o ano em que a bacia foi descartada do interesse de manancial da RMC. Os cenários representados pelo tempo 2 e 3 serão definidos a seguir com base em critérios que facilitem a coleta de dados e o último cenário, representado pelo tempo 5, refere-se à data atual, neste caso o ano de 2016.

Para o primeiro cenário adotou-se o ano em que a estação de tratamento de água (ETA) Iguaçu foi inaugurada, pois representa o aproveitamento das águas drenadas na bacia hidrográfica do Altíssimo Iguaçu, na qual está inserida a bacia hidrográfica do rio Palmital. De acordo com Sanepar (2016), a ETA Iguaçu foi inaugurada no final da década de 1960, mais especificamente no dia 26 de março de 1969. Dessa forma, adotou-se o ano de 1970 como marco para o primeiro cenário retrospectivo.

Para o quarto e último cenário retrospectivo, referente ao ano em que a bacia foi descartada do interesse de manancial da RMC, considerou-se a data em que foi construído o canal de desvio das águas da bacia do rio Palmital e do rio Atuba para jusante da captação Iguaçu. No final da década de 1990, Andreoli *et al.* (1999) afirmaram que, para evitar as paralisações frequentes na ETA Iguaçu devido à má qualidade da água proveniente da bacia do rio Palmital, estava sendo construído o Canal Extravasor, por onde seriam conduzidas as águas do reservatório do Iraí à captação Iguaçu, desviando, assim, as águas do Palmital para jusante da ETA Iguaçu. Dessa forma, adota-se como data para o quarto cenário o ano de 2000.

Para a definição dos dois cenários intermediários entre os anos de 1970 e 2000, adotou-se os anos em que foram realizados os censos demográficos do IBGE, de forma a facilitar a coleta de informações, sendo eles os anos de 1980 e 1991 (sendo considerado como referência o ano de 1990). Coincidentemente, os cenários retrospectivos apresentaram a diferença de uma década entre cada um, bem como

as datas em que foram realizados os censos do IBGE, facilitando assim a coleta de dados e elaboração da linha do tempo. A figura abaixo apresenta o resumo das datas adotadas para cada cenário (Figura 11).



Fonte: a autora.

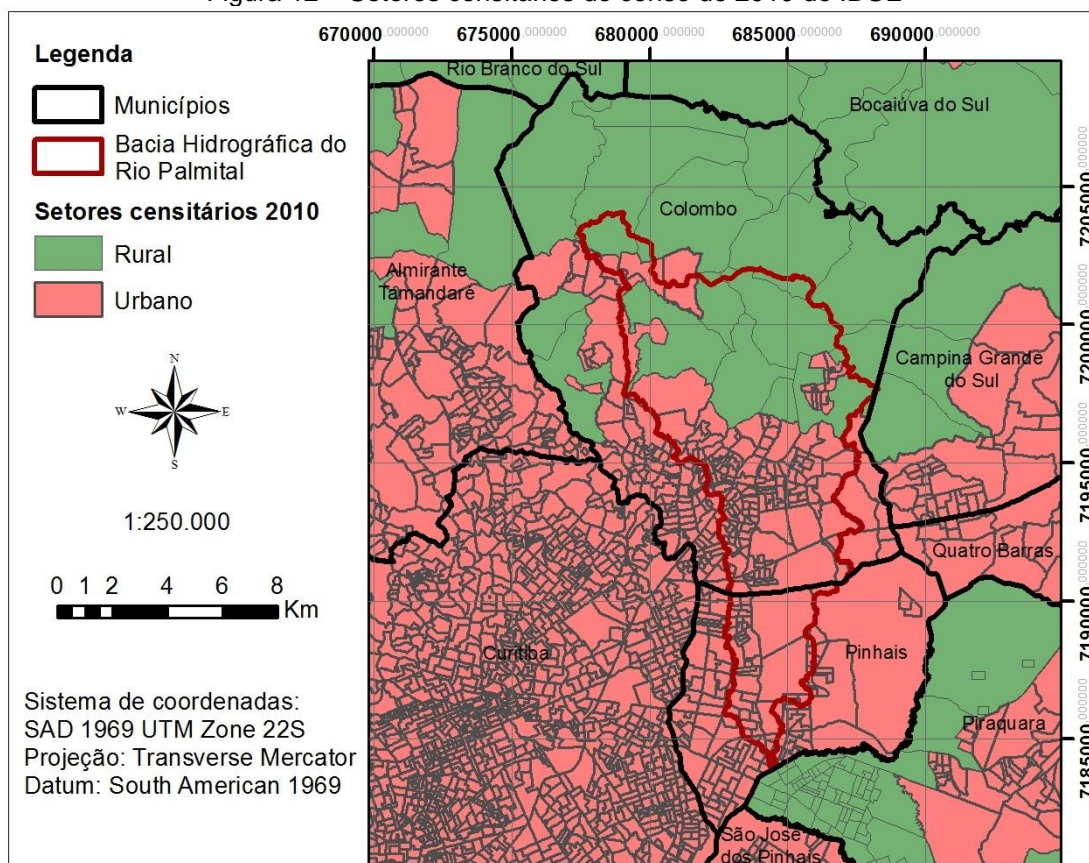
Definidas as datas para os cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital, foi realizado o levantamento de dados e informações sobre as características demográficas, ambientais e do sistema antrópico, sanitárias, de desenvolvimento humano e institucional, tal como estabelecido metodologicamente no item 3.2.3 e apresentado a seguir.

4.1.1 Variáveis demográficas

Os cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital coincidem com as datas dos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1970,1980,1991, 2000), sendo que para o cenário atual (2017) serão utilizados os dados do censo de 2010 e as projeções oficiais publicadas por este órgão. Os dados do censo de 2010 são disponibilizados no nível dos setores censitários, ou seja, passíveis de serem selecionados aqueles específicos da área da bacia hidrográfica do rio Palmital, como pode ser observado na Figura 12. Já os censos de 1970,1980, 1991 e 2000 são mais limitados, sendo possível o levantamento de dados apenas a nível municipal, ou seja, para a bacia hidrográfica do rio Palmital foi possível apenas

obter dados referentes à totalidade dos municípios de Colombo e Pinhais, e em alguns momentos de Piraquara também.

Figura 12 – Setores censitários do censo de 2010 do IBGE



Fonte: IBGE (2010) e Águas Paraná (2016), adaptado pela autora com emprego do software

ArcGis®.

O município de Colombo foi desmembrado do município de Curitiba e instalado no dia 5 de fevereiro de 1890. Já Pinhas possui uma história mais recente como município, tendo sido desmembrado de Piraquara e se instalado em 1º de janeiro de 1993. Dessa forma, não há contagem da população para o município de Pinhais para os anos de 1970, 1980 e 1991. Optou-se, então, por apresentar dados do município de Piraquara, de forma a observar a população enquanto Pinhais e Piraquara eram um único município (Piraquara) e a divisão da população decorrente da separação dos municípios em 1993 (visualizada a partir dos dados censitários de 2000). Os dados de população podem ser observados no Quadro 11 e Figura 13.

Quadro 11 – Histórico do número de habitantes na área de estudo

Censo	População (habitantes)											
	Município									Bacia hidrográfica do rio Palmital**		
	Colombo			Pinhais****			Piraquara****					
	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total
1970*	-	-	19.258	-	-	-	-	-	21.253	-	-	-
1980	7.927	54.955	62.882	-	-	-	9.687	60.954	70.641	-	-	-
1991	7.494	110.273	117.767	-	-	-	15.444	91.438	106.882	-	-	-
2000	8.367	174.962	183.329	2.259	100.726	102.985	39.057	33.829	72.886	-	-	-
2010	9.764	203.203	212.967	0	117.008	117.008	47.469	45.738	93.207	6.742	186.131	192.873
2016***	-	-	234.941	-	-	128.256	-	-	106.132	-	-	-

Legenda:

* Os dados censitários de 1970 foram obtidos apenas para população total, não sendo obtidos separadamente em população urbana e rural.

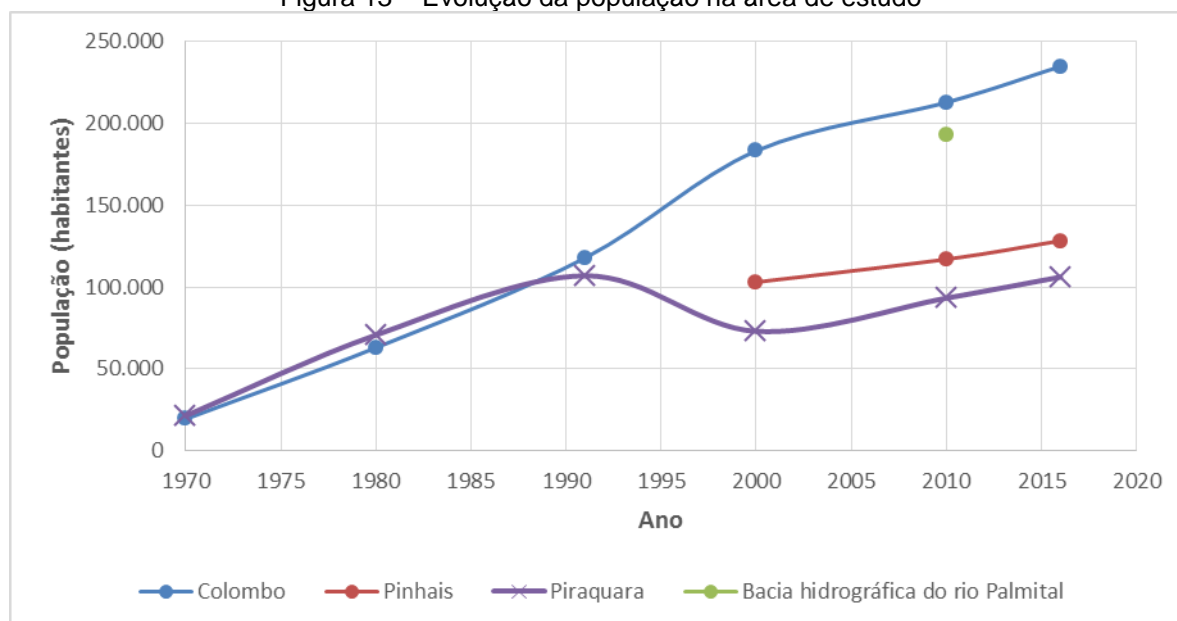
** Os dados históricos da população do rio Palmital referem-se especificamente aos anos de 2010 e foram obtidas com base nas informações dos setores censitários pertencentes a essa unidade geográfica, com auxílio do software ArcGis.

*** População estimada pelo IBGE.

**** O município de Pinhas teve seu desmembramento do município de Piraquara em 1993, dessa forma os primeiros dados censitários referem-se ao ano de 2000, para tanto optou-se apresentar os dados históricos de população do município de Piraquara, para fins de comparação.

Fonte: censos do IBGE referentes aos anos de 1980, 1991, 2000, 2001 disponibilizados no banco de dados do Iperdes (2017) e no banco de dados do IBGE Cidades (IBGE, 2017).

Figura 13 – Evolução da população na área de estudo



Fonte: adaptado de censos do IBGE referentes aos anos de 1970, 1980, 1991, 2000, 2001 disponibilizados no banco de dados do IparDES (2017) e no IBGE Cidades (IBGE, 2017).

Observa-se que atualmente (com base em dados de 2010) a população da bacia hidrográfica do rio Palmital é de 192.873 habitantes, sendo que a maior parte da sua população pertence ao município de Colombo. Deste valor, 97% representa a população urbana (186.131 habitantes) e 3% a população rural (6.742 habitantes). O município de Colombo representa 72% do total de população da bacia (138.615 habitantes), sendo que 95% é urbana (131.873 habitantes) e 5% rural (6.742 habitantes). Já o município de Pinhais representa 28% do total de população da bacia (54.258 habitantes), sendo que 100% desse valor representa uma população urbana. Desde que o município de Pinhais foi criado (1993), praticamente toda sua população é urbana, evidenciando a característica da separação de um núcleo praticamente todo urbano do município de Piraquara, cuja predominância é rural desde o desmembramento.

A taxa de crescimento anual dos municípios, obtida pela média geométrica para os períodos de 1970-1980, 1980-1991, 1991-2000, 2000-2010, 2010-2016, conforme apresentado no Quadro 12, revela que, dentre os períodos estudados, a década de 1970 foi a que apresentou o maior crescimento populacional. As décadas de 1980 e 1990 continuaram apresentando altas taxas de crescimento populacional, principalmente para o município de Colombo, com significativa taxa de crescimento da população urbana também.

Quadro 12 – Taxas médias geométricas de crescimento anual da população residente

Período	Taxa média geométrica de crescimento anual da população residente (%)								
	Município								
	Colombo			Pinhais			Piraquara		
	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total
1970-1980	-	-	12,6	-	-	-	-	-	12,8
1980-1991	-0,5	6,5	5,9	-	-	-	4,3	3,8	3,8
1991-2000	1,2	5,3	5,0	-	-	-	10,9**	-10,5**	-4,2**
2000-2010	1,6	1,5	1,5	***	1,5	1,3	2,0	3,1	2,5
2010-2016*	-	-	1,7	-	-	1,5	-	-	2,2

Fonte: adaptado dos censos do IBGE referentes aos anos de 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e projeção da população para o ano de 2016, disponibilizados no banco de dados do Iparde (2017) e no IBGE Cidades (IBGE, 2017).

Legenda: *A taxa média geométrica foi calculada com base nos valores de projeção para o ano de 2016, disponibilizados pelo IBGE.

** As variações bruscas desses valores referem-se à separação de parte do município de Piraquara para a formação do município de Pinhas em 1993. Ressalta-se que a maior parte da área urbana de Piraquara desmembrou-se para a formação do município de Pinhais.

***Neste momento Pinhais já apresentava a totalidade de sua população em área urbana.

4.1.2 Variáveis ambientais e do sistema antrópico

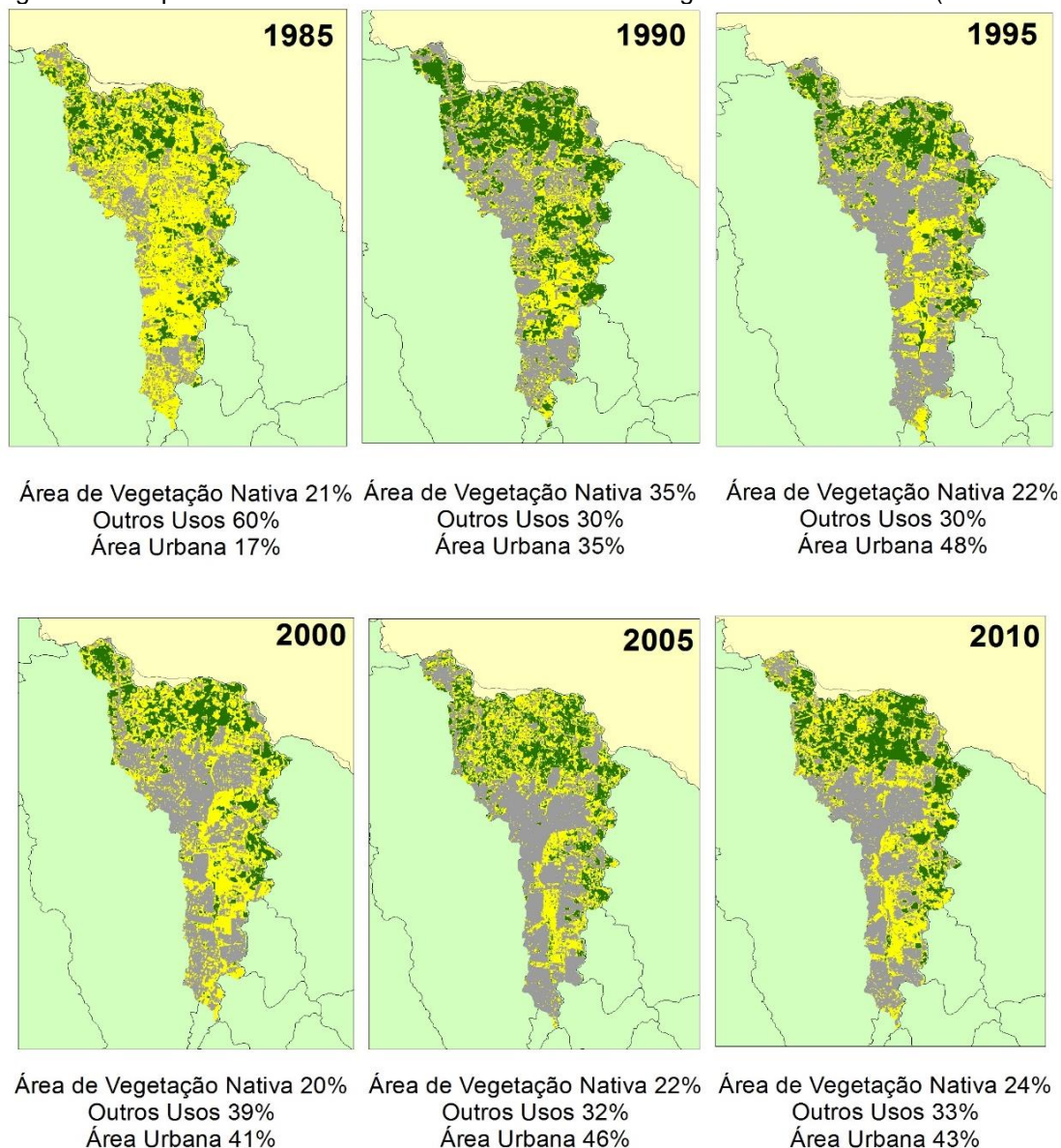
As variáveis ambientais e do sistema antrópico buscam apresentar as principais características relacionadas ao uso e ocupação do solo e à qualidade ambiental da área de estudo. A qualidade ambiental recai especificamente sobre a qualidade das águas do rio Palmital. Essa seção de variáveis torna-se importante para esse trabalho devido à possibilidade de comparação entre a evolução da urbanização (considerando os diferentes usos e ocupações do solo) com o histórico de variações da qualidade da água da área de estudo, como é apresentado a seguir.

4.1.2.1 Uso e ocupação do solo

Os dados históricos de uso e ocupação do solo foram obtidos com base em imagens aéreas do satélite Landsat disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) com posterior aplicação da técnica de mapeamento de classes com base na contagem de pixels das imagens classificadas, utilizando-se o software ArcGis como ferramenta de apoio. Esse trabalho foi realizado em conjunto à pesquisa desenvolvida em caráter de iniciação científica por uma aluna de engenharia ambiental da PUCPR, cujo título foi “Efeitos adversos da pressão demográfica sobre a qualidade de mananciais urbanos” (BAPTISTA, 2017). Nos bancos de dados do Inpe foi possível obter imagens com as qualidades necessárias apenas a partir do ano de 1985. A imagem a seguir (Figura 14) demonstra o

resultado do mapeamento, sendo o uso do solo subdividido em três categorias: área de vegetação nativa, área urbana e outros usos (agricultura, pecuária, florestamento).

Figura 14 – Expansão da macha urbana sobre a bacia hidrográfica do rio Palmital (1985-2010)



Legenda

Sub-bacias do Altíssimo Iguaçu
Sub-bacias do rio Paraná

Áreas de vegetação nativa
Outros usos do solo (agricultura, pastagem, reflorestamento, solo descoberto)
Áreas urbanas



Fonte: Baptista (2017).

Nesse estudo, alguns problemas foram encontrados durante o mapeamento do uso do solo: a qualidade das imagens interferiu na confiabilidade da classificação,

sendo que o mapeamento referente ao ano de 2015 foi descartado, devido à baixa qualidade das imagens. Outro ponto negativo é o deslocamento da imagem referente ao ano de 2000, visivelmente perceptível. Apesar disso, os erros contidos no processo de mapeamento não ofuscam a percepção do momento em que a bacia passou por um rápido processo de urbanização: o período de transição entre 1985 e 1995, no qual a área urbana praticamente triplicou de tamanho, mantendo-se constante nos 15 anos seguintes (1995 a 2010). Esses resultados estão de acordo com as informações demográficas (especificamente de crescimento populacional) apresentadas no item anterior, onde foi possível observar que as maiores taxas geométricas de crescimento populacional ocorreram nas décadas de 1980 e 1990.

4.1.2.2 Qualidade da água

As informações de qualidade da água foram obtidas com base em dados brutos de parâmetros de qualidade da água de 1984 a 2017, referente a uma estação de monitoramento localizada na área de estudo, denominada Vargem Grande, disponibilizados pelo Sistema de Informações Hidrológicas (SIH) do Instituto das Águas do Paraná. Essa estação localiza-se próxima à foz do rio Palmital, bairro Guarituba, área urbana próxima ao centro do município de Pinhais. Durante a pesquisa, foi observada a existência de três estações de monitoramento de qualidade da água no rio Palmital, sendo que apenas a estação Vargem Grande apresentou uma série histórica com frequência de dados passíveis de serem analisados. São disponibilizados dados referentes ao período de 1984 a 2017, sendo realizados quatro monitoramentos por ano (ÁGUAS PARANÁ, 2017).

Optou-se por analisar os dados históricos com base na classificação de corpos d'água de acordo com a resolução normativa do Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama nº 357/2005 (BRASIL, 2005). Dentre as variáveis de qualidade das águas monitoradas pelo Instituto das Águas do Paraná, algumas são normatizadas pela resolução Conama nº 357/2005, como pode ser observado abaixo (Tabela 1 e Tabela 2). A resolução Conama apresenta cinco classes de enquadramento dos corpos de água doces para finalidades de uso (ver item 2.1.2), sendo que a classe 1 representa a classe especial (melhor qualidade) e a classe 4 águas destinadas apenas à navegação e harmonia paisagística (pior qualidade). Além disso, pode haver corpos d'água não classificados, cuja qualidade da água

excede os limites da última classe. Essa característica foi muito observada nos dados referentes às águas do rio Palmital.

Tabela 1 - Variáveis de qualidade das águas monitoradas pelo Instituto de Águas do Paraná (1985-2017).

Parâmetro	Unidade
<u>Dimensão físico-química</u>	
Turbidez (turb)*	UNT
Temperatura	C°
Oxigênio dissolvido (od)*	mg/L
Saturação de oxigênio	%
Potencial hidrogeniônico (pH)*	Unidade de pH
Condutividade elétrica	µS
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5)*	mg/L
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L
Nitrogênio amoniacal (na)*	mg/L
Nitritos (nti)*	mg/L
Nitratos (nta)*	mg/L
Nitrogênio kjehldhal	mg/L
Fosfato total (p)	mg/L
Sólidos suspensos	mg/L
Sólidos dissolvidos	mg/L
<u>Dimensão bacteriológica</u>	
Coliformes termotolerantes (c.term)*	NMP/100mL
Coliformes totais	NMP/100mL
<u>Dimensão ecotoxicológica</u>	
Toxicidade Aguda com Daphnia magna (tox)*	FDd

Fonte: Águas Paraná (2017).

Legenda: *variáveis normatizadas pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA. UNT: unidades nefelométricas de turbidez; C°: graus Celsius; mg/L: miligramas por litro de amostra; µS: microsiemens; NMP/100mL: número mais provável de coliformes por 100 mililitros de amostra; FDd: fator de diluição.

Tabela 2 – Limites de concentrações normalizados pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA para os parâmetros que constam no monitoramento da qualidade da água do rio Palmital

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Não classificado
od (mg/L)	≥6	≥5	≥4	>2	≤2
DBO (mg/L)	≤3	≤5	≤10	-	-
Turb (UNT)	≤40	≤100	-	-	-
c. termo (NMP/100mL)	≤200	≤1.000	≤4.000	-	-
nta (mg/L)	≤10	-	-	-	-
nti (mg/L)	≤1	-	-	-	-
Tox (FDd)	n	n	<2	-	-
ph	6'-9	-	-	-	-
na (mg/L)	Se pH≤7,5 e na≤3,7 Se pH>7,5 e 2≤ na ≤8,0 Se pH>8,0 e 1≤ na ≤8,5 Se pH>8,5 e na ≤0,5	-	Se pH≤7,5 e na≤13,3 Se pH>7,5 e 5,6≤ na ≤8,0 Se pH>8,0 e 2,2 ≤ na ≤8,5 Se pH>8,5 e na ≤1	-	-
p (mg/L)	≤0,1	-	≤0,15	-	-

Fonte: adaptado de Conama (2005).

Os dados analisados à luz das classificações da resolução nº 357/2005 do Conama (considerando o ponto de monitoramento próximo à sua foz), demonstram que desde 1984 o rio Palmital extrapola a última classe, permanecendo como não classificado em todos os anos, principalmente pelo parâmetro de coliformes termotolerantes. Isso demonstra que desde o início da década de 1980 (primeiros dados de qualidade da água obtidos) o rio Palmital já tinha suas águas comprometidas pela alta concentração de coliformes termotolerantes, indicando a contaminação por efluentes domésticos. Mesmo sem o parâmetro de coliformes termotolerantes, o rio permaneceria incluído nas classes 3 e 4 na maioria dos casos. Águas enquadradas em classe 3 só podem ser utilizadas para abastecimento após tratamento convencional ou avançado e em classe 4 podem ser destinadas apenas à navegação e à harmonia paisagística. Dessa forma, conclui-se que em todos os cenários estudados (possivelmente a década de 1970 também), as águas do rio Palmital já se encontravam inaptas ao abastecimento público.

Os decretos oficiais para delimitação dos mananciais da região metropolitana de Curitiba também podem refletir a problemática histórica da qualidade da água na

bacia hidrográfica do rio Palmital, ainda que apenas a partir de 2006. Como apresentado no item 3.1 deste trabalho, o manancial em questão foi considerado como “não manancial” desde 2012. Outras informações levantadas demonstram que desde a década de 1990 as péssimas qualidades da água do rio Palmital causaram diversos transtornos nos sistemas de abastecimento de água da região, principalmente no sistema Iguaçu.

4.1.3 Variáveis sanitárias

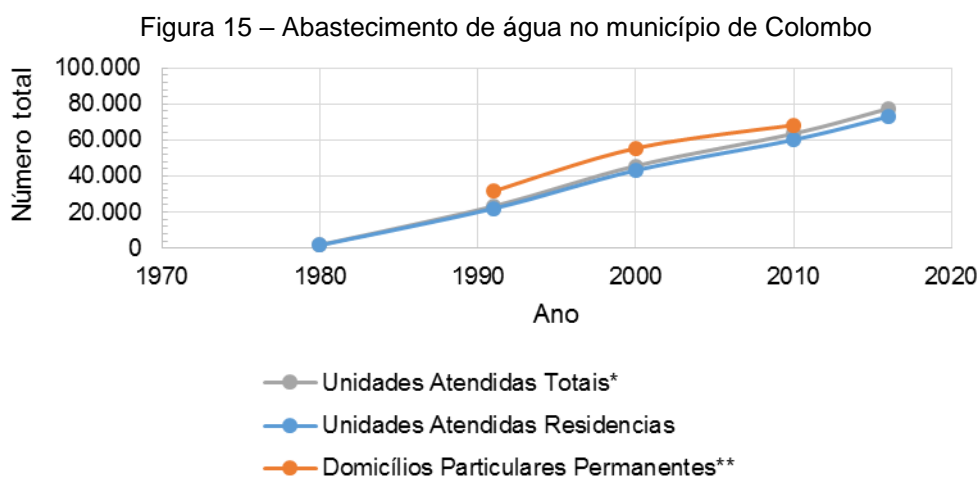
Os bancos de dados nacionais, estaduais e municipais referentes ao saneamento básico infelizmente são muito escassos. Dados e informações sobre serviços referentes aos resíduos sólidos são praticamente nulos e sobre drenagem urbana são completamente nulos. Dessa forma, uma avaliação geral foi feita com base em dados históricos sobre abastecimento de água e esgotos sanitários. Essas variáveis foram obtidas no banco de dados do Ipardes, com base nos censos do IBGE desde a década de 1980.

4.1.3.1 Abastecimento de água

Os dados de abastecimento de água são aqueles disponibilizados pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), empresa responsável pelo abastecimento público dos municípios estudados. Esses dados são listados desde 1980 e são disponibilizados pelo sistema virtual do Ipardes. As variáveis são denominadas “unidades atendidas” e são subdivididas de acordo com o tipo, por exemplo: residenciais, comerciais, industriais, utilidade pública e poder público. O termo “unidade atendida residencial” (Sanepar) não coincide com o termo “domicílios particulares” do IBGE, pois são monitoradas à parte, sendo que a primeira não está relacionada ao censo demográfico do IBGE, embora sejam semelhantes. Apesar dos possíveis erros inseridos nessas contagens, presume-se que ambas possam ser comparadas para fins de análise para esse trabalho.

A seguir, demonstram-se as informações referentes ao abastecimento de água no município de Colombo (Figura 15 e Quadro 13). Pode-se observar que dentre as unidades residenciais do município de Colombo, na década de 2010, 88% das residências tinha acesso ao abastecimento de água pela rede pública. Presume-

se que atualmente mais de 90% da população tenha acesso aos serviços de abastecimento de água pela rede pública, sendo que o maior crescimento nesse setor do saneamento ocorreu entre as décadas de 1980 e 1990, demonstrando um significativo salto na organização do saneamento (universo água) neste município que ocupa a maior parte da área da bacia hidrográfica do rio Palmital.



Quadro 13 – Dados históricos referentes ao abastecimento de água em comparação com o número de domicílios particulares permanentes no município de Colombo

Data	Unidades Atendidas Residenciais	Unidades Atendidas Totais*	Domicílios Particulares Permanentes**	% Domicílios atendidos no município
1970	-	-	-	-
1980	1.633	1.809	-	-
1991	22.012	23.334	31.643	70%
2000	43.171	45.671	55.442	78%
2010	60.163	63.600	68.363	88%
2016	72.974	77.430	-	-

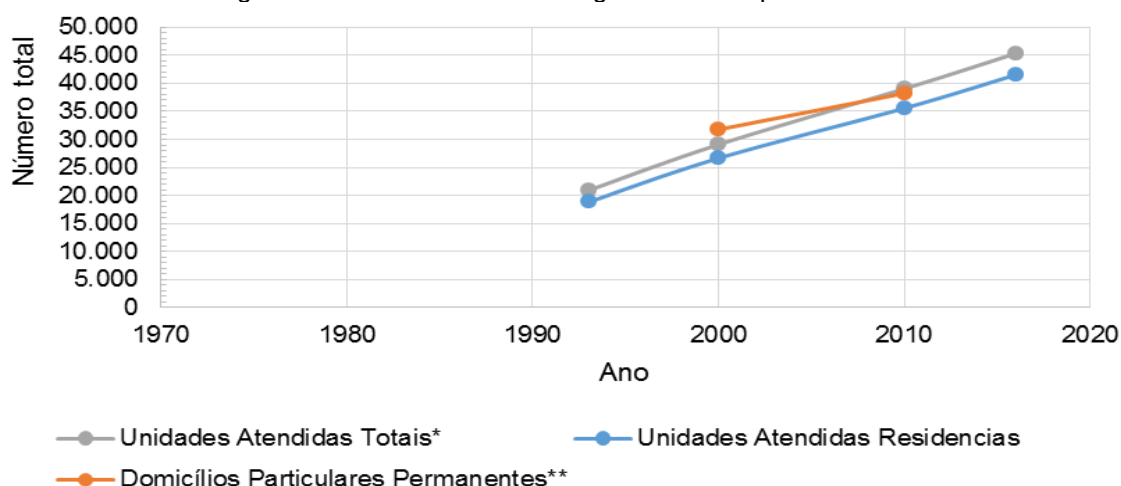
Fonte: Banco de dados do Ipardes (2017) com base em dados do IBGE e Sanepar.

Legenda: *Unidade atendidas totais: abrangem unidades residenciais, comerciais, industriais, utilidade pública e poder público. **Domicílios Particulares Permanentes: de acordo com dados dos censos demográficos do IBGE.

O município de Pinhais só pode ser analisado em comparação com o município de Piraquara, pois o primeiro foi desmembrado do segundo em 1993, sendo formado principalmente pela área urbana no município inicial. As figuras e quadros a seguir (Figura 16, Figura 17, Quadro 14 e Quadro 15) apresentam as informações de ambos os municípios em relação ao histórico de abastecimento de água pela rede pública de saneamento. Observa-se que o município de Pinhais, o qual abrange a parte sul da bacia hidrográfica do rio Palmital, atualmente tende à universalização do sistema de abastecimento de água. Após a instituição do novo

município, a década de 2000 foi a que apresentou maiores aumentos nesse setor do saneamento, mas foi realmente no antigo município de Piraquara, anteriormente à emancipação de Pinhais, que houve o salto no sistema público de abastecimento de água nessa região, caracterizando as décadas de 1980 e 1990, assim como ocorreu em Colombo.

Figura 16 – Abastecimento de água no município de Pinhais



Fonte: adaptado de Ipardes (2017).

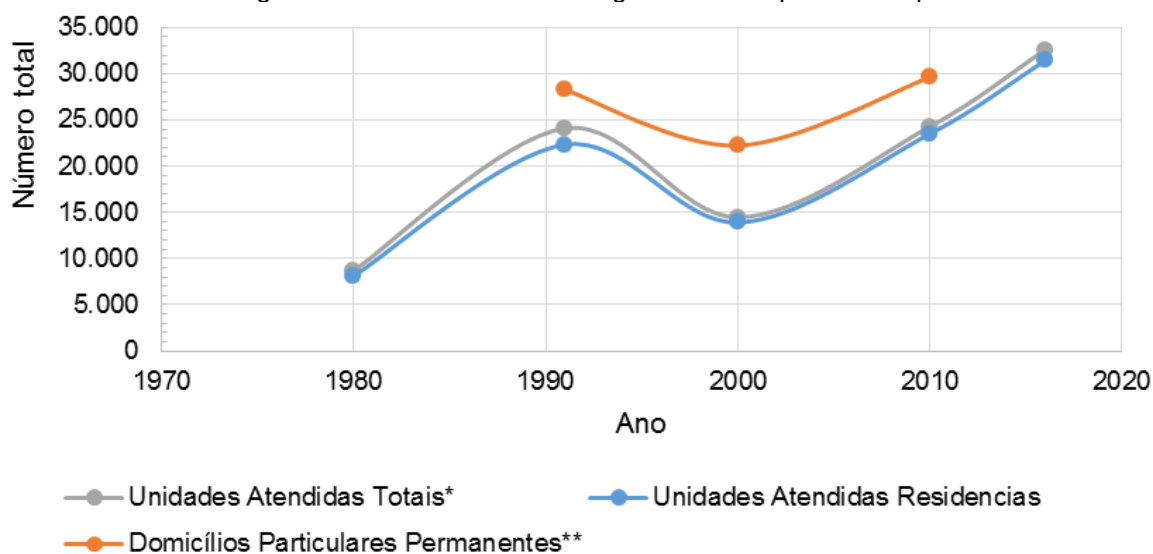
Quadro 14 – Dados históricos referentes ao abastecimento de água em comparação com o número de domicílios particulares permanentes no município de Pinhais

Data	Unidades Atendidas Residencias	Unidades Atendidas Totais*	Domicílios Particulares Permanentes**	% Domicílios atendidos
1993	18.829	20.917	-	-
2000	26.664	29.099	31.783	84%
2010	35.579	39.050	38.227	93%
2016	41.529	45.343	-	-

Fonte: Banco de dados do Ipardes (2017) com base em dados do IBGE e Sanepar.

Legenda: *Unidade atendidas totais: abrangem unidades residenciais, comerciais, industriais, utilidade pública e poder público. **Domicílios Particulares Permanentes: de acordo com dados dos censos demográficos do IBGE.

Figura 17 – Abastecimento de água no município de Piraquara



Fonte: adaptado de Ipardes (2017).

Quadro 15 – Dados históricos referentes ao abastecimento de água em comparação com o número de domicílios particulares permanentes no município de Piraquara

Data	Unidades Atendidas Residenciais	Unidades Atendidas Totais*	Domicílios Particulares Permanentes**	% Domicílios atendidos
1980	8.122	8.701	-	-
1991	22.337	24.104	28.265	79%
2000	13.903	14.462	22.232	63%
2010	23.503	24.291	29.626	79%
2016	31.418	32.593	-	-

Fonte: Banco de dados do Ipardes (2017) com base em dados do IBGE e Sanepar.

Legenda: *Unidade atendidas totais: abrangem unidades residenciais, comerciais, industriais, utilidade pública e poder público. **Domicílios Particulares Permanentes: de acordo com dados dos censos demográficos do IBGE.

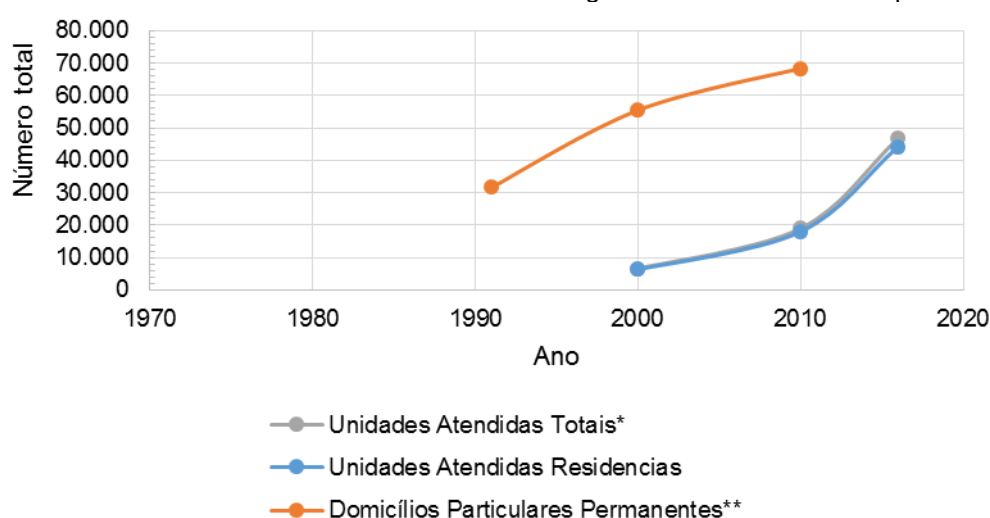
4.1.3.2 Esgotos sanitários

Os dados referentes aos esgotos sanitários demonstram a deficiência desse setor do saneamento, além de serem mais escassos, sendo disponibilizados apenas a partir do ano de 2000 para os municípios de maior interesse (Colombo e Pinhais). Em relação ao município de Piraquara, foram obtidos dados desde 1980. As imagens abaixo demonstram esses cenários.

O município de Colombo é aquele que apresenta os piores índices de unidades atendidas pelo sistema de esgotos sanitários. As informações demonstram que em 2000 apenas 11% dos domicílios eram atendidos pela rede de esgotos, dez anos mais tarde, em 2010, essa porcentagem subiu para 26%, ainda representando grande deficiência. É possível que o cenário atual (2016) tenha apresentado

melhoras nos índices de esgotos sanitários, embora não seja possível a comparação devido a falta do dado de domicílios particulares permanentes para esse ano. Presume-se que o município que ocupa a maior área da bacia hidrográfica do rio Palmital e que possui o maior número de domicílios em comparação com os demais, ainda apresente as maiores deficiências em relação à coleta e tratamento de esgotos sanitários. A Figura 18 apresenta a evolução do número de unidades atendidas em relação ao número de domicílios do município de Colombo.

Figura 18 – Dados históricos referentes ao sistema de esgotos sanitários do município de Colombo



Fonte: adaptado de Ipardes (2017).

O município de Pinhais, o qual pertencia à Piraquara até o ano de 1993, é aquele que apresenta os melhores índices de esgotos sanitários. Essa diferença surgiu principalmente na transição entre as décadas de 2000 e 2010, sendo que até então os índices eram muito baixos, como no município de Colombo. Em 2000, apenas 28% dos domicílios de Pinhais eram atendidos pelo sistema público de esgotos sanitários. Esse valor passou para 60% no ano de 2010. Para fins de comparação, as porcentagens para o município de Piraquara foram: 16% em 1991, 29% em 2000 (logo após a separação de Pinhais) e 54% em 2010. As imagens abaixo demonstram os números de unidades atendidas para ambos os municípios (Figura 19 e Figura 20).

Figura 19 – Dados históricos referentes ao sistema de esgotos sanitários do município de Pinhais

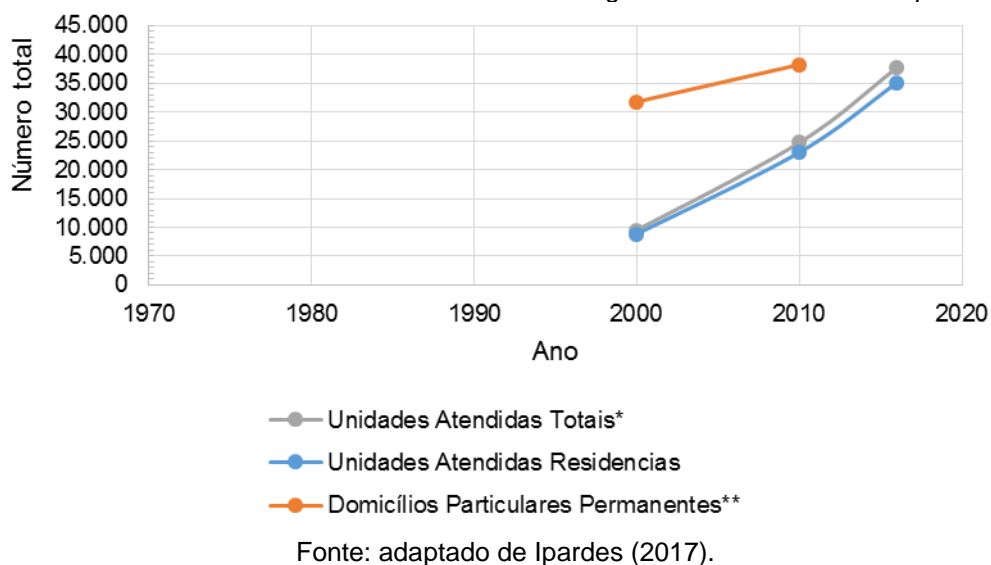
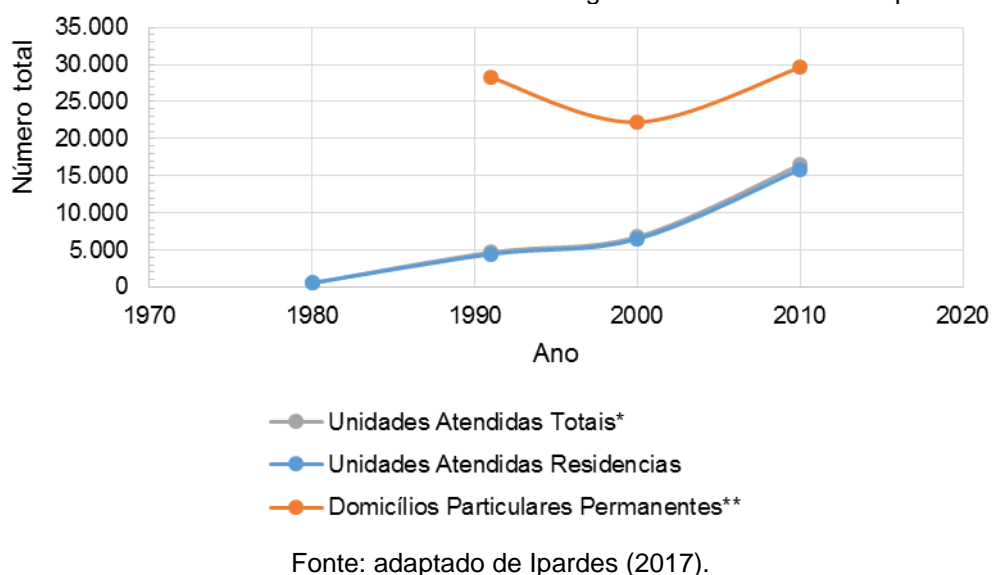


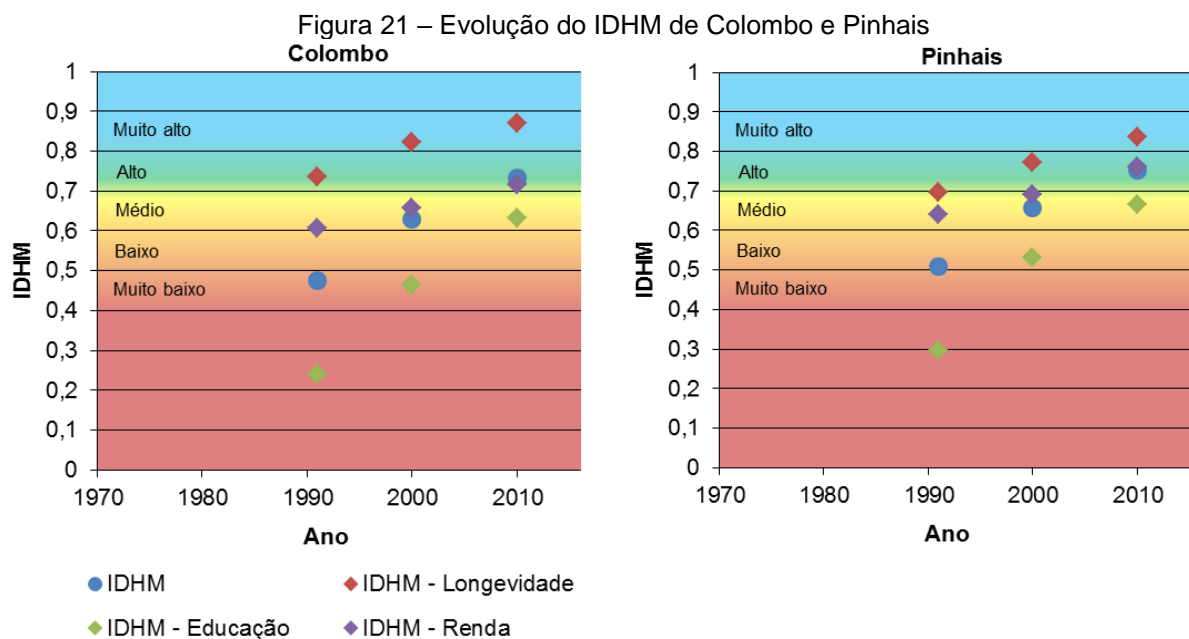
Figura 20 – Dados históricos referentes ao sistema de esgotos sanitários do município de Piraquara



4.1.4 Variáveis de desenvolvimento humano

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é um indicador que comporta três outras dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. Seu índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior o desenvolvimento humano (PNUD, 2017). Foram obtidos dados de IDHM para os municípios de Colombo e Pinhais desde o ano de 1991, sendo que o valor de 1991 para o município de Pinhais refere-se ao antigo município de Piraquara, anterior ao desmembramento do primeiro.

Observa-se que em 2010 o IDHM do município de Colombo passou a ser considerado “alto”, conforme classificação do Atlas Brasil. Até a década de 1990 o IDHM era considerado “muito baixo” para o município de Colombo (que abrange maior parte da bacia hidrográfica do rio Palmital) e “baixo” para o município de Pinhais, influenciados, principalmente, pelos péssimos índices de educação (Figura 21).



Fonte: adaptado de Ipardes (2017).

O município de Pinhais tem taxas levemente superiores ao município de Colombo. Ambos os municípios estão em uma faixa de alto desenvolvimento humano, sendo observado um salto no IDHM desde a década de 1990, quando ambos os municípios apresentavam um desenvolvimento humano muito baixo.

Já o índice de Gini mede o grau de concentração de renda em determinado grupo. Quanto mais próximo de zero, maior é a igualdade e quanto mais próximo de um, maior a concentração de riqueza. Observa-se que ambos os municípios da área de estudo possuem um índice de Gini menor que a média do estado do Paraná e do Brasil, mostrando uma menor concentração de riqueza do que a maior parte dos municípios paranaenses e brasileiros (Quadro 16).

Quadro 16 – Índices de Gini

Ano	Índice de Gini			
	Colombo	Pinhais	Brasil	Paraná
1991	0,42	0,42	0,64	0,60
2000	0,46	0,48	0,65	0,61
2010	0,41	0,48	0,61	0,54

Fonte: adaptado de Ipardes (2017) e Datasus (2012).

4.1.5 Variáveis institucionais e legais

Nessa etapa, objetivou-se levantar os principais marcos institucionais e legais referentes à urbanização e ao meio ambiente na bacia hidrográfica do rio Palmital. Esse levantamento refere-se principalmente à delimitação das áreas de mananciais, aos planos de desenvolvimento integrado da RMC (1978 e 2006) e aos planos diretores municipais (Colombo e Pinhais).

A delimitação das áreas de mananciais da região metropolitana de Curitiba (RMC) são estabelecidas legalmente por meio de decretos estaduais desde 2006. O decreto atualmente vigente (nº4435/2016), além dos anteriores, mantém como manancial a área da bacia hidrográfica do rio Palmital a montante da captação da estação de tratamento de água (ETA) Palmital, operada pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). A área da bacia hidrográfica do rio Palmital a jusante da captação da ETA até sua foz no rio Iraí passou por modificações legais ao longo do tempo, sendo que este trecho deixou de ser considerado como manancial em outubro de 2012.

Observa-se que apenas a parte norte da bacia ainda se mantém como manancial, caracterizada por região pouco urbanizada, cuja área hidrográfica contribui para a captação da ETA Palmital que abastece pequeno distrito do município de Colombo. A partir de 2012 a área hidrográfica a jusante da captação dessa ETA foi oficialmente definida como “não manancial”. Ressalta-se que as águas do rio Palmital já têm sido evitadas desde o final da década de 1990 e início de 2000, justificando as obras que desviam suas águas da captação da ETA Iguaçu, a maior estação de tratamento de água do Paraná.

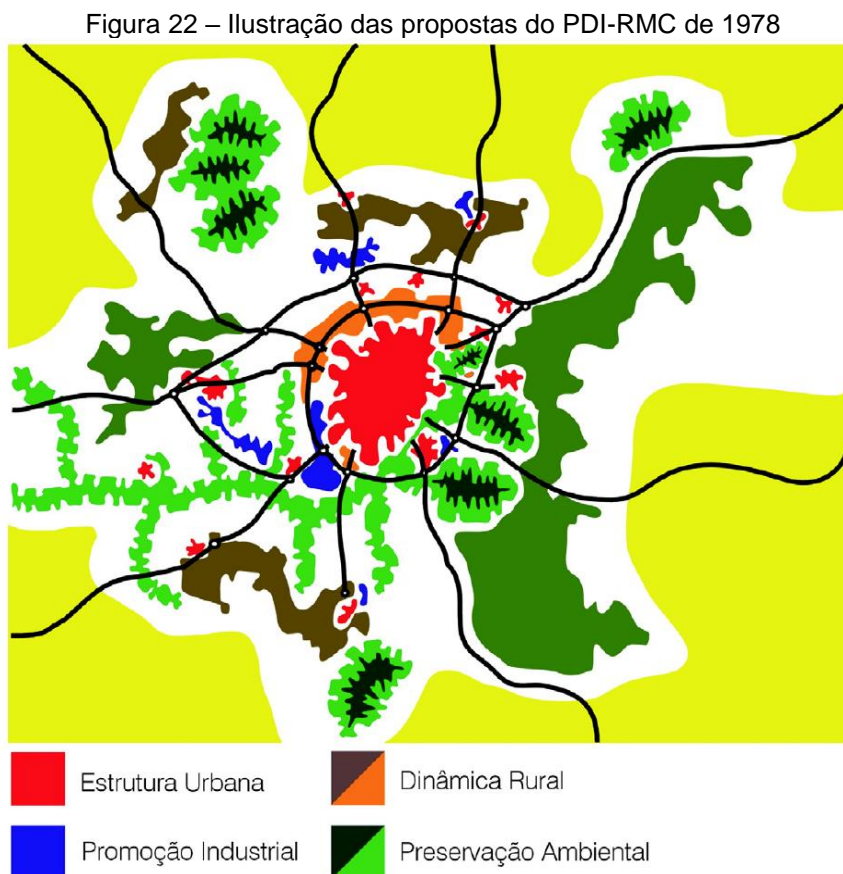
Ainda no âmbito da RMC, foi publicado em 1978 pela Coordenadoria da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), órgão pertencente à Secretaria Estadual do Desenvolvimento Urbano, o primeiro Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC (PDI-RMC). Esse foi o primeiro documento a abordar as questões de desenvolvimento regional com base no diagnóstico do processo de crescimento demográfico e econômico da RMC. Nessa época, já constava as fortes condicionantes à expansão urbana a que estava submetida a RMC, sendo que neste momento já era demonstrado no PDI 1978 a preocupação com a conservação dos mananciais da região leste (área próxima a Serra do Mar e que também abrange a

bacia hidrográfica do rio Palmital). Essas são informações históricas resgatadas e descritas no PDI-RMC de 2006 (COMEC, 2006, p.15).

O PDI-RMC de 1978 estabeleceu a estratégia de ordenamento territorial fundamentada em duas premissas, conforme descrito em COMEC (2006, p. 15), sendo elas:

- a) A distribuição das atividades econômicas e orientação do processo de expansão urbana em função das vocações e restrições naturais a que estavam submetidos os municípios metropolitanos e;
- b) A promoção de um melhor equilíbrio nas distribuições das funções econômicas, buscando atenuar os desequilíbrios regionais existentes (criar uma situação de concentração dispersa, com centros sub-regionais).

Dessa forma, observa-se a preocupação em relação aos recursos naturais essenciais à população urbana e também ao equilíbrio das atividades econômicas, vislumbrando uma rede de cidades que desempenhariam funções específicas e complementares entre si (COMEC, 2006, p. 16). A Figura 22 demonstra as premissas estabelecidas para a ocupação do solo regional.



Fonte: COMEC (1978) citado em COMEC (2006, p. 33).

Mas foi a partir da década de 1980, logo após a elaboração do PDI- RMC de 1978, que seus fundamentos começaram a desestruturar-se, tal como explicado:

“A partir do ano de 1980, no entanto, começaram a desestruturar-se os fundamentos econômicos e institucionais sobre os quais poderiam ser mantidos os conteúdos racionais da estratégia de ordenamento territorial do PDI/1978. Pelo viés econômico, a capacidade de investimento do setor público foi reduzida drasticamente em função da política econômica contracionista que o governo federal se viu obrigado a praticar, em virtude dos desequilíbrios do balanço de pagamentos resultante do segundo choque do petróleo”.

“Como corolário da desestruturação do modelo de desenvolvimento econômico nacional, ampliaram-se as pressões sociais por mudanças políticas e institucionais na organização do Estado brasileiro, o que ensejou a promulgação da Constituição de 1988. Esta deu um novo status aos municípios brasileiros, elevando-os à condição de ente federado e dando-lhes autonomia política e administrativa. Fechou-se, assim, o desmantelamento do aparato institucional e financeiro à disposição dos governos, que permitiam que decisões oriundas exclusivamente do Poder Executivo, estadual e federal, sustentassem a implementação de uma estratégia de desenvolvimento regional”.

“A quase extinção do poder intervencionista dos governos estadual e federal na aplicação das estratégias de desenvolvimento preconizadas pelo PDI/1978, aliadas à manutenção de elevadas taxas de incremento populacional para a Região Metropolitana de Curitiba, provocou o recrudescimento do modelo de crescimento urbano até então vigente, ou seja, o de concentração no município de Curitiba e derramamento da malha urbana sobre o território de municípios vizinhos”.

“Esse processo não foi orientado, mas sim condicionado pela proximidade de terras dos municípios vizinhos à área urbana do município de Curitiba, o que permitiu ao mercado imobiliário vender juntamente a um pedaço de terra a possibilidade, ou a ilusão, do acesso à economia e à cidadania curitibanas”.

“Dessa forma, a expansão do núcleo urbano central nos municípios vizinhos a Curitiba se processou fora do ordenamento previsto no PDI de 1978, sem a implantação das infraestruturas necessárias à formação de um tecido urbano contínuo e estruturado, principalmente no que se refere aos corredores viários e de transporte de passageiros. Além disso, os municípios que receberam elevados contingentes populacionais em curto espaço de tempo não tiveram a correspondente contrapartida do crescimento econômico e das receitas financeiras para fazer frente às demandas por serviços públicos oriundas dessas populações [...]”. (COMEC, 2006, p. 16-17).

Após esse período, o PDI-RMC foi revisto em 1981, sendo buscado investimentos para a elevação de padrões urbanísticos de áreas que foram ocupadas espontaneamente e que apresentavam taxas de crescimento demográfico maiores que as médias regionais. Estes esforços deram origem ao Programa Estadual de Desenvolvimento Urbano, mas foi apenas em 2006 que o Plano foi revisado e publicado (COMEC, 2006, p. 34). Informação importante é apresentada no diagnóstico desse plano, o qual mostra que Curitiba tem 87% dos domicílios em

aglomerados subnormais da RMC, seguida por Colombo (região da área de estudo desse trabalho) com 4,8%, Araucária com 5,2% e Almirante Tamandaré com 3,4% (COMEC, 2006, p. 136).

A nova proposta de ordenamento territorial traz o foco sobre o Núcleo Urbano Central (NUC), o qual concentra 97,73% da população urbana da RMC. Nesse plano, grande importância é dada às condicionantes ambientais, com foco na delimitação das áreas de mananciais da RMC, seguindo preocupações iniciais, como por exemplo a criação do Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais de Curitiba – SIGPROM (instituído pela lei estadual nº 12.248/1998). Com o SIGPROM foi instituído o Conselho Gestor de Mananciais da RMC, sendo este um órgão colegiado com poderes consultivos, deliberativo e normativo, com a finalidade de elaborar políticas públicas acerca da qualidade ambiental das áreas de mananciais, além de acompanhar a sua implementação. Com esse sistema também foi trazida a obrigatoriedade de elaboração do Plano de Proteção Ambiental e Reordenamento Territorial em Áreas de Mananciais, entre outros.

Unindo, dessa maneira, as medidas de urbanização com a conservação das áreas de mananciais, o PDI-RMC de 2006 propôs duas linhas estratégicas, sendo a primeira a “proteção, conservação e preservação do meio ambiente” e o segundo o “ordenamento da expansão e do crescimento urbano”. A primeira linha tem como diretrizes a consolidação do SIGPROM, a regulamentação, no âmbito estadual, das exigências legislativas federais referentes ao parcelamento urbano e licenciamento ambiental, e a consolidação do aparato legal e instrumentos existentes de proteção, conservação e preservação ambiental. A segunda linha tem como diretrizes o estímulo ao adensamento e à ocupação de vazios urbanos, o direcionamento das futuras ocupações para as áreas do território metropolitano com maior aptidão e menor restrição, a indicação das áreas dotadas de condições adequadas para as atividades ligadas ao setor secundário, e a estruturação viária adequada do território (COMEC, 2006, p. 191-193).

Além da legislação regional, no âmbito da RMC, observou-se os planos diretores dos municípios que abrangem a bacia hidrográfica do rio Palmital. Seguindo diretrizes da Lei nacional nº 10.257/2001 (Estatuto da Cidade), em 2004 o município de Colombo instituiu seu Plano Diretor, conforme lei municipal nº 875/2004. Este plano definiu oito zonas onde as taxas de ocupação máxima variam

de 10, 50 e 70%. Neste plano é delimitado um parque linear ao longo de trecho intermediário do rio Palmital, ao sul do município de Colombo, bem como é delimitada a área de manancial das bacias do Capivari e do Palmital. Prevê-se que serão realizados estudos visando à viabilidade de criação de unidades de conservação municipal nas áreas de manancial das bacias do rio Palmital e Capivari, lembrando que a área delimitada como manancial do rio Palmital compreende apenas seu trecho alto, próximo à nascente e que se estende até o início da área urbana do município.

Apenas em 2016 a Câmara Municipal aprovou a criação do Parque Linear do Rio Palmital, onde foi incluída a obra nas diretrizes do Plano Plurianual 2014/2017 e na Lei de Diretrizes Orçamentárias no valor de R\$ 1,5 milhão (Prefeitura Municipal de Colombo, 2016). Ressalta-se ainda que o Plano Diretor prevê áreas de interesse para a reestruturação urbana, sendo que uma das ações refere-se à qualificação ambiental, com ênfase para a melhoria da qualidade do saneamento básico, considerando o Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano de Drenagem Urbana. Neste âmbito, outra ação definida é a preservação ambiental, com ênfase na proteção e recuperação de áreas frágeis de várzea e dos recursos hídricos. Previu ainda a criação do Código Ambiental do Município e o Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos.

Em 2014, a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação de Colombo publicou a Instrução normativa nº 001/2014, que diz respeito a projetos e execução de sistemas de tratamento individual de esgoto para regiões não atendidas por rede pública de coleta de esgoto, para todas as edificações executadas no município. Com essa instrução, esses projetos passam a ser parte integrante do projeto arquitetônico apresentado ao departamento municipal de Urbanismo para obtenção do Alvará de Construção (COLOMBO, 2014).

O plano diretor do município de Pinhais foi instituído em dezembro de 2001, cinco meses após a instituição do Estatuto da Cidade (lei federal nº 10.257/2001) e revisado em 2011, instituído nesse momento pela lei municipal nº 1.232/2011. Este plano definiu oito estratégias para consecução dos objetivos de desenvolvimento urbano, sendo a segunda delas a estratégia de desenvolvimento ambiental. De acordo com essa estratégia, são diretrizes do desenvolvimento ambiental para Pinhais (art. 41-B):

I - recuperar e preservar a qualidade hídrica dos mananciais e minimizar o impacto de cheias recorrentes;

II - fortalecer ações visando a prevenção de catástrofes naturais;

III - gerenciar integralmente os resíduos produzidos no Município;

IV - recuperar, preservar e conservar a cobertura vegetal e integrar remanescentes florestais às áreas de preservação permanente;

V - identificar e garantir o uso sustentável dos recursos naturais;

VI - intentar medidas voltadas a descentralização da fiscalização e licenciamento ambiental;

VII - adequar as unidades de conservação municipais ao Sistema Nacional de Unidades De Conservação - SNUC;

VIII - fomentar e desenvolver práticas voltadas à sustentabilidade ambiental. (Redação acrescida pela Lei nº 1232/2011)".

Ressalta-se a Unidade Territorial de Planejamento (UTP) de Pinhais, definida pelos Decretos Estaduais nº 808/1999, nº 4.466/2001, nº 9.189/2010 e nº 11.208/2014, localizada sobre a área urbana desse município conurbada com Curitiba, compreendendo parte das bacias do rio Palmital e do Meio. O atual zoneamento dessa área é definido pelo último decreto, sendo observada área de restrição à ocupação na margem esquerda do rio Palmital, já próximo a sua foz no rio Iraí, onde são permitidas atividades de lazer e conservação, definidas em plano de manejo e/ou projeto urbanístico específico, sendo permissível o desenvolvimento de atividades mineradoras e de uso de interesse público e proibido todos os demais usos.

4.1.6 Resumo da caracterização dos cenários retrospectivos

Ao longo dos itens anteriores, a caracterização dos cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital foi apresentada conforme as variáveis estudadas. Neste item, busca-se apresentar o resumo desses resultados conforme cada período retrospectivo, ressaltando as principais características constatadas ao longo do tempo.

I. Primeiro cenário retrospectivo (década de 1970)

Os dados referentes à década de 1970 foram escassos, devido à dificuldade de acesso a informações antigas do IBGE e também pela não existência de dados

de monitoramento da qualidade da água e de fotografias aéreas nesse período. As principais informações obtidas da década de 1970 referem-se à demografia e às questões institucionais e legais, permitindo entender o processo de urbanização e o planejamento metropolitano nessa época.

O período de 1970 a 1980 foi o que apresentou a maior taxa de crescimento populacional, sendo registrado em Colombo um valor de 12,6% a.a. e em Piraquara (nesse período Pinhais ainda era um distrito de Piraquara) um valor de 12,8% a.a. Neste período, um grande contingente populacional vindo principalmente do interior do Paraná começou a migrar para a RMC. Nesta década, a área urbana da bacia hidrográfica do rio Palmital era menor que 17% do total da área, conforme mapeamento da mancha urbana.

Frente a esse cenário, a preocupação com a provisão de recursos essenciais à metrópole que crescia em passos largos, tal como a água, já se refletia no planejamento metropolitano. Essa preocupação pode ser observada no Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC (PDI-RMC) de 1978, que trazia a ideia de conservação dos mananciais da região leste da RMC (área que abrange a bacia hidrográfica do rio Palmital).

II. Segundo cenário retrospectivo (década de 1980)

Os anos de 1980 trouxeram a desestruturação do planejamento feito no final da década de 1970. O país enfrentava uma política econômica contracionista e diversos foram os reflexos negativos sobre a urbanização. As estratégias do PDI/1978 não foram aplicadas no momento onde houveram as maiores taxas de incremento populacional na RMC (décadas de 1970 e 1980), processando-se uma expansão do núcleo urbano central sobre os municípios vizinhos de Curitiba, sem a implantação de infraestruturas básicas (saneamento básico e sistemas viários e de transportes) e sem a correspondente contrapartida do crescimento econômico e das receitas financeiras.

A década de 1980 apresentou taxas elevadas de crescimento, seguindo a década de 1970. O município de Colombo apresentou um valor de 5,9 % a.a. e Piraquara 3,8% a.a. para o período de 1980 a 1991. A segunda metade desse período apresentou um aumento da área urbana na bacia hidrográfica do rio Palmital

de 17% para 35% (diferença do ano de 1985 em relação a 1990), sendo observado o derramamento da mancha urbana sobre essa região.

Os primeiros dados de monitoramento da qualidade da água, datados de 1984, já demonstravam o comprometimento do rio Palmital pela alta concentração de coliformes termotolerantes, indicando contaminação por efluentes domésticos. Os índices de abastecimento de água e esgotamento sanitário eram muito baixos nesse cenário e o IDHM provavelmente considerado muito baixo (informações sobre tais variáveis puderam ser observadas explicitamente a partir de 1990). Um vazio também foi observado nas variáveis institucionais e legais no que se refere ao planejamento urbano e regional.

III. Terceiro cenário retrospectivo (década de 1990)

A década de 1990 continuou com características semelhantes ao período anterior. As informações demográficas demonstram que as taxas médias geométricas de crescimento anual continuaram altas, sendo registrado o valor de 5,0% a.a no município de Colombo para o período de 1991-2000. Em 1993, o distrito de Pinhais separou-se de Piraquara, trazendo consigo boa parte da área urbana do antigo município. A área urbana da bacia hidrográfica do rio Palmital chegou aproximadamente ao valor de 45% da área total.

A qualidade da água continuou comprometida pelos efluentes domésticos e as variáveis sanitárias demonstraram que aproximadamente 70% da população de Colombo era abastecida com água pela rede pública em 1991; Piraquara apresentava dados pouco melhores: 79%. Em contrapartida, os dados de esgotamento sanitário foram mais escassos, sendo possível constatar que na década de 1990 esses índices eram insignificantes, tomando como base que na década de 2000 ainda foram registrados péssimos índices. No final da década de 1990 as águas do rio Palmital começaram a ser evitadas, sendo iniciadas as obras que desviavam suas águas da captação da ETA Iguaçu, a maior estação de tratamento de água do Paraná.

A partir dessa década começaram a serem registrados os índices de desenvolvimento humano municipal (IDHM), sendo observado IDHM muito baixo para ambos municípios da área de estudo em 1990. O IDHM-educação foi o sub-indicador com piores índices registrados, seguido do IDHM-renda (faixa baixa a

média) e IDHM-Longevidade (faixa média a alta). Um vazio novamente foi observado em relação à existência de variáveis institucionais e legais sobre planejamento urbano e regional.

IV. Quarto cenário retrospectivo (década de 2000)

A década de 2000 começou a apresentar a estabilização do crescimento populacional e da expansão da mancha urbana sobre a área de estudo. No período de 2000 a 2010 as taxas médias geométricas de crescimento da população foram de 1,5% a.a. para o município de Colombo e 1,3% a.a. para Pinhais. No ano de 2000 a soma da população dos dois municípios da área de estudo ultrapassava o número de 280 mil habitantes. Nesse período, pouca foi a variação do crescimento da mancha urbana, se comparada à segunda metade da década de 1990, sendo observada uma maior urbanização da região sul da bacia hidrográfica do rio Palmital e a manutenção de áreas rurais ao norte, coincidindo com a região do alto rio Palmital.

A qualidade da água continuou comprometida pelo parâmetro de coliformes termotolerantes devido aos efluentes domésticos. No ano de 2000, a população de Colombo e Pinhais tiveram índices de abastecimento de água de 78% e 84%, respectivamente. No final dessa década os valores chegaram a 88% e 93%, respectivamente. Já em relação aos serviços de esgotos sanitários, essa década começou com péssimos índices, apresentando significativa melhora até a transição para a década de 2010. Em 2000, Colombo e Pinhais apresentaram, respectivamente, apenas 11% e 28% dos domicílios atendidos pelo sistema público de esgotos sanitários. Esses valores passaram a 26% e 60% no ano de 2010, demonstrando a deficiência do município de Colombo em relação ao de Pinhais, o qual já apresentava significativas melhoras em seus índices sanitários no período de uma década.

A década de 2000 também apresentou melhoras nos índices de desenvolvimento humano, sendo que os IDHMs passaram de médio (ano 2000) para alto (ano 2010), havendo melhoras nos índices de educação, embora ainda mais deficientes que a longevidade e a renda.

Nessa década também surgiram novos esforços para políticas públicas voltadas ao desenvolvimento urbano e regional. Com a instituição do Estatuto da

Cidade por meio da Lei nacional nº 10.257 de 2001, os municípios foram incentivados a elaborar seus próprios planos diretores. Primeiramente, em 2001, cinco meses após o Estatuto da Cidade, foi instituído o Plano Diretor de Pinhais, posteriormente em 2004 foi instituído o de Colombo. Ambos os planos traziam diretrizes para a conservação dos mananciais e demais áreas municipais de interesse ambiental. Em 2006 a COMEC publicou a nova revisão do PDI da RMC, revendo o plano de 1978 e novamente trazendo diretrizes voltadas para a conservação dos mananciais hídricos da região.

Foi nesta mesma década que decretos estaduais começaram a instituir as áreas de interesse de manancial da RMC. Em 2006, por meio de decreto estadual, o trecho médio e baixo do rio Palmital passou a ser classificado como área de “transição” em relação ao seu interesse como manancial. Em 2008, essa mesma região passou a ser considerada como “manancial”, perdurando essa classificação até 2012.

V. Cenário atual (2010 a 2017)

O cenário atual remonta o período de 2010 a 2017, cujas informações estão baseadas principalmente no censo de 2010 do IBGE. Esse período continua com padrões demográficos semelhantes à década de 2000. As taxas médias geométricas de crescimento da população para o período de 2010 a 2016 foram de 1,7% a.a. e 1,5% a.a. para Colombo e Pinhais, respectivamente. Estima-se que em 2016 a soma da população dos municípios da área de estudos ultrapassou o valor de 360 mil habitantes. A área da mancha urbana permaneceu igual ao período do cenário anterior, ocupando cerca de 40-45% do total da área da bacia hidrográfica do rio Palmital.

Os dados de qualidade da água continuam demonstrando péssimos índices, principalmente pelo parâmetro de coliformes termotolerantes, ainda indicando contaminação por efluentes domésticos. Os índices de domicílios atendidos pelo abastecimento de água para o ano de 2010 foram de 88% para Colombo e 93% para Pinhais, tendendo à universalização do acesso. Em contrapartida, os mesmos índices para esgotamento sanitário foram de 26% para Colombo e 60% para Pinhais em 2010, tal como comentado anteriormente, demonstrando a deficiência de ambos

os municípios, principalmente Colombo, município que abrange a maior parte da bacia hidrográfica do rio Palmital.

Em 2010 os IDHMs apresentaram significativas melhoras, sendo caracterizados nesse momento como “alto” para ambos os municípios. Os indicadores de educação também tiveram significativas melhoras, embora ainda estejam na faixa de médio desenvolvimento.

Esse período também conta com a continuidade dos planos diretores municipais instituídos na década de 2000. No âmbito da RMC, continua o planejamento apresentado no PDI de 2006 da COMEC, com foco na gestão de mananciais, apoiado pelo Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais de Curitiba – SIGPROM (instituído pela lei estadual nº 12.248/1998). Decretos estaduais classificaram em 2012 e 2016 a área do médio e baixo rio Palmital como “não manancial”, sendo este último o decreto vigente até o momento.

4.2 CENÁRIO IDEAL COM O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

Uma vez definidos e caracterizados os cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital (fases 2 e 3 da pesquisa) e amparando-se nos resultados da fundamentação teórica (fase 1), parte-se para a definição do cenário ideal com o PSA (fase 4). Como definido na Metodologia (seção 3.2.4) e fundamentado teoricamente, para que um sistema de PSA seja possível torna-se necessária a garantia do fornecimento de serviços ambientais: no caso dessa pesquisa os serviços de provisão (quantidade) e manutenção da qualidade da água. Os serviços de provisão de água estão relacionados ao ciclo hidrológico da bacia hidrográfica e dependem da precipitação, interceptação, escoamento superficial (detenção superficial), escoamento subsuperficial (água no solo) e escoamento de base (água subterrânea). Nesse processo, observa-se que a constância do fluxo hídrico superficial (quantidade de água) depende das características climáticas na bacia hidrográfica, do escoamento superficial, da infiltração da água no solo e recarga do lençol.

As características climáticas e de precipitação na bacia hidrográfica são variáveis externas e que não podem ser controladas no nível local com instrumentos de gestão, embora possam ser influenciadas pelas técnicas sustentáveis adotadas em níveis locais. Em relação à interceptação e ao escoamento superficial, observa-

se que a água que escoar superficialmente pode ser interceptada por uma floresta, por uma área de agricultura, por uma área urbana ou outras combinações. O escoamento superficial em uma área urbana, dependendo das características do sistema de drenagem, pode provocar efeitos de cheia (principalmente nas condições de drenagem convencional). Em uma área de agricultura, além dos efeitos de cheia devido à alta velocidade de escoamento, pode ocorrer o carreamento de sedimentos que provocam a erosão do solo e o assoreamento do corpo hídrico. Já em uma área com floresta ou com a vegetação de mata ciliar preservada, o escoamento superficial pode ser interceptado e barrado, preservando o corpo hídrico contra os efeitos de cheia e assoreamento.

O escoamento subsuperficial e de base também são verificados de diferentes formas entre os ambientes urbanos, de agricultura e de floresta. No ambiente urbano a infiltração no solo é mínima (dependendo das condições de drenagem), sendo que a água precipitada é praticamente destinada em sua totalidade ao escoamento superficial, não havendo a recarga do solo e do lençol. Em menor intensidade, a mesma característica acontece em áreas cultivadas (agricultura), pois a remoção da vegetação natural dificulta a infiltração no solo e favorece o escoamento superficial. Já em uma área de floresta, a diversidade da vegetação e as características do solo permitem uma maior infiltração devido à interceptação e redução da velocidade do escoamento superficial.

Os serviços de manutenção da qualidade da água (recurso hídrico superficial) também dependem da interceptação e do escoamento superficial. O escoamento superficial em uma área urbana pode carregar consigo a poluição difusa (sugemas da área urbana, tais como resíduos sólidos, desgaste de freios automotivos, poluição do ar, entre outros). Em uma área de agricultura ou com solo descoberto, sedimentos decorrentes de processos erosivos e agrotóxicos (também incluídos como poluição difusa) também podem ser carreados ao corpo hídrico. Já em uma área com floresta ou com a vegetação de mata ciliar preservada, tais poluentes encontram maior barreira para chegar ao corpo hídrico. Dessa forma, estes serviços de manutenção estão relacionados à qualidade da água que chega ao rio principal e à capacidade de autodepuração natural, estando relacionada ao uso do solo da bacia hidrográfica, sendo que entre os componentes condicionantes consta o nível dos serviços de saneamento básico e limpeza pública, o tipo de culturas

desenvolvidas (com foco no uso de agrotóxicos), além dos demais componentes condicionantes já citados para os serviços de provisão.

Com base nessas considerações, foram selecionados cinco componentes condicionantes para que os serviços de provisão e manutenção da qualidade da água sejam mantidos constantes, sendo eles: conservação da vegetação ciliar e demais áreas de preservação permanente (APPs), controle da taxa de impermeabilização do solo, desenvolvimento de técnicas de agricultura e pecuária menos ofensivas, aplicação de técnicas sustentáveis de drenagem urbana e garantia de qualidade dos serviços de saneamento básico. Para cada componente foram definidos parâmetros limites e técnicas a serem adotadas para a manutenção das funções ambientais importantes para os serviços ambientais estudados. O Quadro 17 e o Quadro 18 demonstram, respectivamente, os componentes condicionantes para o desenvolvimento dos serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água e a sua relação com as variáveis de caracterização dos cenários retrospectivos.

Quadro 17 – Componentes condicionantes para o desenvolvimento dos serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água

Componentes condicionantes/ Serviço Ambiental	Parâmetro limite	Função ambiental	Técnicas adotadas
1 - Conservação da vegetação ciliar e demais APPs / PA e QA	Atendimento à lei de vegetação nativa (Lei 12.651/2012)	<ul style="list-style-type: none"> • escoamento superficial – redução da velocidade • escoamento subsuperficial – infiltração da água e recarga do lençol • Ambiente urbano e rural – controle da poluição difusa • Equilíbrio do ecossistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação de APPs • Criação de unidades de conservação tais como corredores ecológicos e parques municipais unindo as APPs com demais áreas verdes a serem conservadas
2 - Controle da taxa de impermeabilização do solo / PA e QA	Taxa máxima de impermeabilização: 35%	<ul style="list-style-type: none"> • escoamento subsuperficial – infiltração da água e recarga do lençol • escoamento superficial – redução da velocidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Preservação e ocupação de áreas verdes municipais • Limites à impermeabilização dos terrenos em áreas urbanas (definição de índice)
3 - Desenvolvimento de técnicas de agricultura e pecuária menos ofensivas/ PA e QA	Todas as áreas agrícolas devem seguir as técnicas adotadas	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente rural – controle da poluição difusa 	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura orgânica • Sistemas agroflorestais
4 - Aplicação de técnicas de drenagem urbana sustentáveis / PA e QA	Toda a drenagem urbana deve seguir pressupostos da drenagem sustentável	<ul style="list-style-type: none"> • escoamento superficial – redução da velocidade • escoamento subsuperficial – infiltração da água e recarga do lençol • Ambiente urbano - controle da poluição difusa 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema integrado de drenagem urbana sustentável: aproveitamento da água da chuva, telhados verdes, paredes verdes, controle no lote, calçadas permeáveis, pavimento poroso, valas de infiltração, wetlands, bacias de retenção, bacias de detenção, recarga do aquífero.
5 - Garantia de qualidade dos serviços de saneamento básico / QA	Universalização do serviço considerando as técnicas adotadas	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente urbano e rural – controle da poluição pontual e difusa 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de águas pluviais urbanas - aplicação de técnicas de drenagem urbana sustentáveis • Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (coleta, tratamento e destinação final) • Abastecimento de água • Esgotamento sanitário (coleta e tratamento)

Legenda: * PA: serviços de provisão de água; QA: serviços de manutenção da qualidade da água.

Fonte: a autora.

Quadro 18 – Relação entre os componentes condicionantes para o desenvolvimento dos serviços ambientais e as variáveis de caracterização dos cenários

Componentes condicionantes	Variáveis de caracterização dos cenários
1 - Conservação da vegetação ciliar e demais APPs	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientais e do sistema antrópico: uso e ocupação do solo, com foco na expansão sobre as APPs. • Institucionais e legais: existência de planos de gestão ambiental e legislações referentes à conservação do meio ambiente e desenvolvimento urbano.
2 - Controle da taxa de impermeabilização do solo	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientais e do sistema antrópico: uso e ocupação do solo e evolução da qualidade da água, com foco na relação entre esses fatores. • Institucionais e legais: existência de planos de urbanização. • Demográficas e socioeconômicas, permitindo compreender o processo de crescimento populacional e urbanização.
3 - Desenvolvimento de técnicas de agricultura e pecuária menos ofensivas	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientais e do sistema antrópico: uso e ocupação do solo, com foco na porcentagem de área destinada à agricultura e pecuária. • Institucionais e legais: existência de legislações específicas ou planos de desenvolvimento agropecuário e similares.
4 - Aplicação de técnicas de drenagem urbana sustentáveis	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientais e do sistema antrópico: uso e ocupação do solo e evolução da qualidade da água, com foco na relação entre esses fatores. • Institucionais e legais: existência de planos de saneamento básico e diretrizes para a drenagem urbana. • Sanitárias, permitindo compreender as características do saneamento básico.
5 - Garantia de qualidade dos serviços de saneamento básico	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientais e do sistema antrópico: uso e ocupação do solo e evolução da qualidade da água, com foco na relação entre esses fatores. • Institucionais e legais: existência de planos de saneamento básico e diretrizes para a drenagem urbana. • Demográficas e sanitárias, permitindo compreender as características do saneamento básico.

Fonte: a autora.

4.3 COMPARAÇÃO DO CENÁRIO IDEAL COM OS CENÁRIOS RETROSPECTIVOS

A fase anterior da pesquisa permite realizar algumas observações para entender em que momento do processo histórico da bacia hidrográfica do rio Palmital o PSA poderia ter sido aplicado de forma a manter constante os serviços de provisão e manutenção da qualidade da água. Os dados demográficos demonstraram que as décadas de 1970, 1980 e 1990 foram as que apresentaram as maiores taxas geométricas de crescimento da população. Essas características estão relacionadas também aos resultados do mapeamento do uso do solo, o qual demonstra que a expansão da mancha urbana aconteceu intensamente, principalmente no período de 1985 a 1995. Já a qualidade da água demonstra que o rio Palmital vem sendo comprometido pela carga de efluentes domésticos

possivelmente desde o primeiro cenário estudado: década de 1970 (os primeiros dados de qualidade da água são de 1984).

Comparando estes cenários reais com o cenário ideal, à luz dos componentes condicionantes para o desenvolvimento de serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água, definidos no Quadro 17, observa-se que:

1) Conservação da vegetação ciliar e demais APPs

Em relação à conservação da vegetação ciliar e demais APPs, o atendimento à lei de vegetação nativa (lei nº 12.651/2012) e a aplicação das técnicas adequadas poderiam ter encontrado espaço neste ambiente até o final da década de 1970 e início da década de 1980. Após esse período, diversas foram as motivações para o surgimento de ocupações urbanas irregulares na bacia hidrográfica do rio Palmital. Entre elas, a característica de metropolização da região de Curitiba com o processo de periferação, onde o extravasamento de Curitiba sobre os demais municípios vizinhos foi decorrente de um processo violento de especulação imobiliária. A ausência de uma regulamentação de uso e ocupação do solo até o final da década de 1970, facilitou os assentamentos não planejados, havendo intensas ocupações de população de baixa renda, expostas a ambientes insalubres e sujeitas a inundações periódicas.

Dessa forma, parte da mancha urbana observada no mapeamento histórico do uso do solo é composta por ocupações irregulares à beira de rios e demais APPs. Recuperar as APPs e criar unidades de conservação como corredores ecológicos torna-se muito difícil após a consolidação desse processo, principalmente considerando as características e os resultados reais do planejamento e gestão urbana local (tal como apresentado no item 4.1.5). O prazo limite para se aplicar as técnicas adotadas (ver Quadro 17) visando a conservação da vegetação ciliar e demais APPs seria o final da década de 1970.

2) Controle da taxa de impermeabilização do solo

A taxa máxima de impermeabilização do solo na bacia, definida em 35%, poderia ser obtida com a preservação de áreas verdes municipais e definição de limites à impermeabilização dos terrenos em áreas urbanas. De acordo com o mapeamento do uso do solo, a impermeabilização em uma taxa de 35% foi

alcançada em 1990, considerando a relação entre a área da mancha urbana e a área total da bacia hidrográfica. Até este momento, as técnicas descritas acima poderiam exercer papel importante para evitar que essa taxa aumentasse nos cenários seguintes, reduzindo impactos no ciclo hidrológico da bacia hidrográfica. Assim sendo, sob o ponto de vista do controle da taxa de impermeabilização do solo, o PSA encontraria espaço para ser desenvolvido até o final da década de 1980.

3) Desenvolvimento de técnicas de agricultura e pecuária menos ofensivas

O desenvolvimento de técnicas de agricultura e pecuária menos ofensivas, com a adoção da agricultura orgânica e de sistemas agroflorestais em todas as áreas agrícolas da bacia, seria possível em qualquer momento histórico ou atual da bacia, desde que existam mecanismos de planejamento e gestão que consigam manter tal característica, essencial para o controle da poluição difusa proveniente da área rural sobre o manancial hídrico. Nesse sentido, sistemas de PSA poderiam ser desenvolvidos em qualquer momento do tempo com a finalidade de incentivo ao desenvolvimento de técnicas de agricultura e pecuária que aliem a produção com a conservação e melhoria da qualidade ambiental.

4) Aplicação de técnicas de drenagem urbana sustentáveis

A aplicação das técnicas de drenagem sustentável encontraria espaço para ocorrer em qualquer cenário temporal, embora seja a partir da década de 2010, após consolidação de diretrizes previstas nos planos diretores municipais, que estas técnicas encontram maiores incentivos legais para desenvolvimento. Também ressalta-se que estas são técnicas relativamente novas no Brasil, sendo que concepções semelhantes começam a ser trabalhadas nos campos das engenharias e arquitetura. A sua aplicação pode trazer a melhoria ambiental e o resgate do desenvolvimento de serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos na bacia, justificando a possibilidade de um sistema de PSA urbano voltado ao desenvolvimento da drenagem sustentável que também pode encontrar espaço em qualquer momento do tempo.

5) Garantia de qualidade dos serviços de saneamento

Os serviços de saneamento básico ainda são precários na área de estudo, com exceção do abastecimento de água que tende à universalização se considerado o cenário atual. Os serviços de saneamento básico são essenciais para a qualidade dos mananciais hídricos urbanos, assemelhando-se a serviços ambientais de provisão e regulação, tal qual como definido pelo Millenium Ecosystem Assessment (rever Quadro 2 – Serviços ambientais, suas características e exemplos). Uma área urbana sem adequados serviços de saneamento básico não pode sustentar a qualidade ambiental e anula todos os outros esforços empreendidos no desenvolvimento de serviços ambientais. O PSA urbano pode encontrar espaço nesse contexto em qualquer momento do tempo de forma a incentivar o desenvolvimento de serviços de saneamento básico, desde que esses sejam vistos e analisados como potenciais provedores de serviços ambientais necessários ao equilíbrio e sustentação da vida.

O quadro a seguir (Quadro 19) apresenta um resumo comparativo entre os componentes condicionantes do cenário ideal com os cenários retrospectivos, buscando responder à pergunta: “em que cenário(s) retrospectivo(s) o PSA poderia entrar com a finalidade de auxiliar o desenvolvimento dos componentes condicionantes do cenário ideal?”. A análise crítica com base nesses resultados, incluindo observações a respeito do quadro a seguir, é apresentada no item seguinte (4.4 Análise integrada dos resultados).

Quadro 19 (continua) – Resumo da comparação entre o cenário ideal com a realidade dos cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital

Componentes condicionantes do cenário ideal ¹	Em que cenário(s) retrospectivo(s) o PSA poderia entrar? ²	Justificativa	Tipo de PSA ³	Depois de degradado ou modificado, o que pode ser feito?
1) Conservação da vegetação ciliar e demais APPs	Final de 1970 e início de 1980	Conservação das APPs até o cenário mencionado; após esse período diversas foram as motivações para o surgimento de ocupações urbanas irregulares na bacia hidrográfica do rio Palmital, responsáveis pela degradação da vegetação ciliar.	PSA voltado à conservação de serviços ambientais <u>naturais</u> ainda existentes	Realocação de população residente em área de preservação, impedimento de novas ocupações irregulares e recuperação da área degradada, etc.
2) Controle da taxa de impermeabilização do solo	Final da década de 1980	Impermeabilização do solo da bacia era menor que 35% até esse período. Na década de 1990 essa taxa foi ultrapassada, prejudicando os serviços ambientais relacionados ao escoamento subsuperficial e superficial.	PSA voltado à conservação de serviços ambientais <u>naturais</u> ainda existentes	Recuperação e criação de áreas verdes, substituição por técnicas de drenagem sustentável (componente condicionante 4), adoção de novos índices de ocupação, etc.
3) Desenvolvimento de técnicas de agricultura e pecuária menos ofensivas	O ideal seria desde a década de 1970, mas pode encontrar espaço em qualquer cenário, enfrentando maiores dificuldades para mudanças	Seria possível em qualquer momento histórico ou atual da bacia, desde que existam mecanismos de planejamento e gestão que consigam manter tal característica, essencial para o controle da poluição difusa proveniente da área rural sobre o manancial hídrico.	PSA voltado à recuperação e conservação de serviços ambientais <u>naturais</u> por meio de incentivo a técnicas mais sustentáveis	Mudança das técnicas convencionais de agricultura e pecuária para técnicas menos ofensivas.

Fonte: a autora.

Quadro 19 (conclusão) – Resumo da comparação entre o cenário ideal com a realidade dos cenários retrospectivos da bacia hidrográfica do rio Palmital

Componentes condicionantes do cenário ideal ¹	Em que cenário(s) retrospectivo(s) o PSA poderia entrar? ²	Justificativa	Tipo de PSA ³	Depois de degradado ou modificado, o que pode ser feito?
4) Aplicação de técnicas de drenagem urbana sustentáveis	O ideal seria desde as décadas de 1970, quando se inicia o processo de urbanização da área, mas pode encontrar espaço em qualquer cenário, enfrentando maiores dificuldades para mudanças	A sua aplicação pode trazer a melhoria ambiental e o resgate do desenvolvimento de serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos na bacia, justificando a possibilidade de um sistema de PSA urbano voltado ao desenvolvimento da drenagem sustentável que também pode encontrar espaço em qualquer momento do tempo.	PSA voltado à recuperação e conservação de serviços ambientais <u>naturais</u> e <u>antrópicos</u> por meio de incentivo a técnicas mais sustentáveis	Mudança das técnicas convencionais de drenagem para as sustentáveis
5) Garantia de qualidade dos serviços de saneamento	O ideal seria desde as décadas de 1970, quando se inicia o processo de urbanização da área, mas pode encontrar espaço em qualquer cenário, enfrentando maiores dificuldades para mudanças	Uma área urbana sem adequados serviços de saneamento básico não pode sustentar a qualidade ambiental e anula todos os outros esforços empreendidos no desenvolvimento de serviços ambientais.	PSA voltado à recuperação e conservação de serviços ambientais <u>antrópicos</u> por meio de incentivo a técnicas mais sustentáveis	Requalificação dos serviços de saneamento básico

Fonte: a autora.

1- Refere-se aos componentes condicionantes do cenário ideal com o sistema de PSA, considerando a necessidade de desenvolvimento de serviços ambientais para a possibilidade de aplicação do instrumento de PSA (rever Quadro 17).

2- A pergunta completa pode ser lida da seguinte maneira: “em que cenário(s) retrospectivo(s) o PSA poderia ser aplicado com a finalidade de auxiliar o desenvolvimento de serviços ambientais referentes aos componentes condicionantes do cenário ideal?”.

3- O tipo de PSA refere-se a qual serviço ambiental ele estará atrelado com a finalidade de ser instrumento para o seu desenvolvimento (utiliza-se o PSA para o desenvolvimento de serviços ambientais). Também está relacionado aos serviços ambientais “naturais” e “antrópicos”, nomenclatura criada pela autora e que foi resultado da análise do desenvolvimento da dissertação de mestrado, tal como apresentado no item a seguir (4.4). Por exemplo, o PSA para a “conservação de serviços ambientais naturais ainda existentes” é caracterizado por aquele PSA tradicional que busca compensar um produtor rural que abre mão da supressão de vegetação nativa em sua propriedade e que também presta auxílio para a manutenção das APPs. O PSA para a recuperação e conservação

de serviços ambientais naturais é aquele que busca com que o prestador recupere um serviço que pode ter sido perdido e adote técnicas mais sustentáveis, tal como o desenvolvimento de agricultura e pecuária menos ofensivas. Já o PSA para a recuperação e conservação de serviços ambientais antrópicos está voltado ao desenvolvimento de tecnologias que prestem benefícios ao equilíbrio ambiental, tal como aqueles pretados pelas estações de tratamento de esgoto.

4.4 ANÁLISE INTEGRADA DOS RESULTADOS

Para esse trabalho partiu-se do pressuposto que para que um sistema de PSA possa existir é necessário o desenvolvimento de serviços ambientais que tragam benefícios à sociedade. Essa foi a base para a definição do cenário ideal com o PSA (item 4.2). Além desse fundamento, foram identificadas as seguintes características, com base nos cenários retrospectivos definidos para a bacia hidrográfica do rio Palmital:

- a) a área rural da bacia hidrográfica do rio Palmital, localizada na parte norte e que envolve o trecho do alto rio Palmital, apresenta melhores qualidades ambientais que o trecho médio e baixo, onde estão localizadas as áreas urbanas dos municípios de Colombo e Pinhais. Justifica-se esse fato pela delimitação da área de manancial (conforme decreto estadual nº 4435/2016) abranger apenas a área hidrográfica do alto rio Palmital, ainda tornando possível a captação de água para a ETA Palmital;
- b) conseqüentemente, constatou-se que as atividades localizadas na área urbana causaram e causam os principais fatores impactantes da qualidade ambiental dos recursos hídricos na bacia em estudo;
- c) o município de Colombo, o qual abrange a área hidrográfica alta e média do rio Palmital, apresentou altas taxas de crescimento populacional nas décadas de 1970 (12,6 % a.a), 1980 (5,9% a.a.) e 1990 (5,0% a.a). Pinhais também apresentou altas taxas, principalmente na década de 1970 (12,8% a.a.), quando ainda era parte do município de Piraquara;
- d) a realidade dos municípios periféricos a Curitiba, nesse período de explosão populacional, foi a de ocupação de áreas irregulares e de risco, muitas vezes em áreas de preservação permanente (APP). O crescimento não acompanhou o planejamento, tendo acontecido de forma desordenada, devido a diversos fatores sócio-políticos da época (a descrição dessa problemática foi abordada no item 4.1.5);

- e) o primeiro plano urbanístico para a RMC foi publicado pela COMEC em 1978, com preocupações expressas sobre a conservação dos mananciais hídricos da região leste da RMC, sendo que diretrizes nesse sentido foram ressaltadas ao longo da década de 1980, 1990 e 2000 com a revisão do PDI-RMC, planos diretores municipais e demais instrumentos de políticas públicas voltadas a essa finalidade;
- f) as informações históricas de saneamento básico (quatro grandes pilares) são muito escassas nos bancos de dados brasileiros, sendo observado que os serviços de abastecimento de água pela rede pública tendem à universalização. Em contrapartida, os serviços de coleta e tratamento de esgotos sanitários continuam deficientes. Presume-se também grande deficiência dos sistemas de gestão dos resíduos sólidos (não apenas a coleta, mas todo o processo de tratamento e destinação final dos resíduos e de limpeza pública) e dos sistemas de drenagem urbana.

Essas características listadas acima resumem as principais constatações sobre o processo histórico de urbanização e perda da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Palmital. Diversas são as políticas públicas no âmbito municipal e regional para a gestão de mananciais hídricos da RMC. Conforme citado no item 4.1.5 Variáveis institucionais e legais, grande foco é dado à busca da qualidade dos mananciais hídricos em discussões sobre a urbanização e ordenamento territorial da RMC. É claramente observável que a conservação dos mananciais é tema muito importante para todos os planos diretores de urbanização dessa região.

Provavelmente, a aplicação de um instrumento de PSA em um momento limiar no tempo que caracterize a provisão mínima de serviços ambientais, poderia induzir a adoção de demais instrumentos e técnicas de conservação ambiental, como é o caso de agricultura e pecuária menos ofensivas (agricultura orgânica, sistemas agroflorestais), técnicas de drenagem urbana sustentáveis e garantia da qualidade dos serviços de saneamento básico. Em um contexto tradicional, a aplicação do PSA se dá em áreas que não passaram pelo processo de urbanização, principalmente pelo processo irregular e pela explosão populacional, como foi observado na área de estudo. De acordo com o Quadro 19 – Resumo da comparação entre o cenário ideal com a realidade dos cenários retrospectivos da

bacia hidrográfica do rio Palmital, apresentado anteriormente, esse momento limiar no tempo seria até o final da década de 1970 e início da década de 1980, quando as áreas de vegetação ciliar ainda estavam preservadas, anteriormente à ocupação irregular. Um PSA nesses cenários estaria voltado à conservação de serviços ambientais naturais ainda não degradados.

A segunda opção é a aplicação do PSA (ainda sob os moldes tradicionais, como citado acima) até o final da década de 1980, antes que a taxa de impermeabilização do solo da bacia ultrapassasse o valor de 35%. Nesse cenário, ainda há a manutenção de funções ambientais, como o escoamento subsuperficial e superficial, sendo que a adoção do PSA poderia induzir a adoção de outras técnicas ao longo da bacia que permitissem a adequação de áreas irregulares e a qualidade ambiental. Após a ultrapassagem desses parâmetros é provável que sistemas isolados de PSA não tenham resultados significativos para o contexto geral da bacia, uma vez que as demais atividades deterioram de tal forma a qualidade ambiental (atual realidade da bacia hidrográfica) que ações isoladas de PSA não conseguem sustentar sozinhas a qualidade ambiental.

Esse é o ponto chave da questão, o PSA não pode ser desenvolvido unicamente e exclusivamente em sua concepção tradicional. Para alcançar os benefícios esperados, deve-se conciliar o PSA com demais instrumentos de gestão e considerá-lo além de um benefício ao produtor rural que adota técnicas de conservação. Hoje, ele poderia ser aplicado para a conservação da região menos impactada da área de estudo (área rural) em parceria com demais instrumentos que venham garantir o desenvolvimento de serviços ambientais (como as apresentadas no Quadro 17 – Componentes condicionantes para o desenvolvimento dos serviços ambientais de provisão e manutenção da qualidade da água).

Comumente na literatura encontra-se que o produtor rural é o principal ator quando se trata da quantidade e qualidade da conservação dos recursos hídricos. Ao mesmo tempo, as áreas urbanas, tal qual se observa na área em estudo, são as principais destruidoras da qualidade ambiental dos recursos hídricos. Logicamente, somam-se ainda técnicas inadequadas nas áreas de agricultura e pecuária que acabam por contribuir para a piora ambiental. Nesse cenário é óbvio que a esperança pela conservação dos recursos hídricos não deve recair unicamente sobre o produtor rural. É devido a isso que sistemas de PSA “tradicionais”, ou seja,

que beneficiam e abrangem unicamente produtores rurais, não têm potencial para manter a provisão de tais benefícios em um horizonte de tempo onde há um processo de urbanização. Nesse caso, seria conveniente ressaltar que o PSA só seria efetivo em uma região unicamente rural e que com sua aplicação evitasse o desmembramento de áreas e a expansão urbana.

Em uma bacia de manancial que apresenta área urbana e tendências de crescimento, tal qual a área em estudo, o PSA “tradicional” encontra pequeno espaço quando trabalhado isoladamente. Para alcançar o fim principal que é a provisão de serviços ambientais relacionados à água, torna-se essencial o desenvolvimento de demais técnicas e aplicação de outros instrumentos, tais como apresentados no Quadro 17 e que se referem à área urbana. Dessa forma, a conservação de uma bacia só ocorre com o desenvolvimento de serviços ambientais naturais e antrópicos, exemplo:

- a) Naturais: adoção de técnicas de recuperação de APP e demais áreas de vegetação, aplicação de técnicas sustentáveis de agricultura (sistema agroflorestal, agricultura orgânica);
- b) Antrópicos: desenvolvimento em quantidade e qualidade de todos os serviços de saneamento básico, incluindo a adoção de técnicas de drenagem sustentável.

Então se deduz que, havendo o desenvolvimento de serviços ambientais além das áreas “tradicional” de conservação (localizadas majoritariamente em área rural), também há a possibilidade de PSA desenvolvidos em áreas urbanas. Neste caso entra-se no âmbito dos serviços ambientais “naturais” e “antrópicos”. Por exemplo, residentes da área urbana que adotam técnicas de drenagem urbana sustentável, tais como a captação e aproveitamento da água da chuva, telhados verdes, calçadas permeáveis, áreas verdes em seus lotes, etc, poderiam receber incentivos financeiros (PSA ou outros instrumentos econômicos) para tal atitude, que seguramente prestam serviços ambientais no âmbito dos recursos hídricos locais. Os pequenos agricultores, cujas áreas por vezes podem estar localizadas em região urbana, podem adotar técnicas de agricultura e pecuária menos ofensivas, além de proteger APPs e conservar remanescentes florestais. O mesmo se aplica para a área rural. Nesse caso, suas ações também promovem o desenvolvimento de serviços ambientais, passíveis de serem motivados pelo PSA.

Nessa concepção mais holística, o PSA vai além da compensação aos produtores rurais para que sejam adotadas técnicas para manejo de áreas naturais (PSA “tradicional”). O PSA pode abranger todos os esforços que promovam o desenvolvimento de serviços ambientais. Dessa forma, o PSA pode compensar e incentivar agricultores pela conservação de remanescentes florestais e também pelo desenvolvimento da agricultura e pecuária menos ofensivas (agricultura orgânica, sistemas agroflorestais, sistemas de tratamento de fezes de animais, etc). Na área urbana pode valorizar aqueles que promovem técnicas que influenciem na qualidade ambiental e na resiliência da cidade, atitudes as quais garantem o desenvolvimento de serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos e à qualidade ambiental.

Na área urbana, o próprio Município e o Estado podem ser os prestadores de serviços ambientais, quando estes garantem a qualidade dos serviços de saneamento básico, por exemplo. O desenvolvimento da drenagem urbana sustentável também reflete o desenvolvimento de serviços ambientais. A população é agente importante neste processo, quando adota técnicas adequadas em seu espaço que, mesmo localmente, em conjunto vem prestar serviços ambientais essenciais ao equilíbrio do meio ambiente e necessários à vida geral. Cabe então definir de que forma o PSA poderia beneficiar esses prestadores.

A ocupação urbana disputa local com as áreas de mananciais hídricos que abastecem esses mesmos núcleos urbanos, essa é a realidade de Curitiba e demais municípios metropolitanos. Seguramente, essa realidade se repete para demais metrópoles brasileiras e possivelmente para núcleos urbanos menores também. A busca por bens e serviços ambientais apenas em regiões rurais para além da cidade é um caminho longo e não sustentável. Necessário se torna conciliar a ocupação urbana com a manutenção dos serviços ambientais para sustentação da cidade e da qualidade de vida da população que ali vive. Nesse sentido, sendo o PSA um instrumento que visa a manutenção de serviços ambientais, valorizando esforços nesse sentido, conclui-se que ele é um instrumento potencial para que mananciais hídricos urbanos não percam sua função essencial de fornecer água em quantidade e qualidade necessária à população.

O PSA seria ferramenta fundamental para garantia da valorização de serviços ambientais em uma área cujo objetivo era limitar o crescimento urbano visando a conservação ambiental de mananciais hídricos, como era o caso da região leste da

RMC (inclusa a bacia hidrográfica do rio Palmital, como previsto no PDI-RMC de 1978). Observa-se que a restrição da urbanização e diversas outras atividades relacionadas cria uma barreira para o desenvolvimento econômico e social de um município ou região, intimidado ao lado de seus vizinhos cuja marcha ao desenvolvimento econômico e social anda em passos muito mais largos. Essa situação comprometedoras poderia ser evitada com a valorização dos serviços ambientais desenvolvidos por um determinado prestador (seja ele uma pessoa, um local, uma região, etc.) cuja ferramenta básica para sua promoção pode ser o PSA e/ou demais incentivos econômicos que supram o déficit o qual o prestador está submetido quando seu serviço não é valorizado.

A aplicação do PSA em um cenário já degradado remete à possibilidade desse instrumento ser utilizado com a finalidade de recuperação ou revitalização de serviços ambientais. Exemplo dessa possibilidade é a utilização do PSA para incentivo de mudanças nas técnicas convencionais de agricultura e pecuária para técnicas menos ofensivas; outro exemplo seria a mudança de técnicas convencionais de drenagem para técnicas sustentáveis, além da requalificação dos serviços de saneamento básico.

A partir das constatações feitas ao longo desse trabalho e como discutido nos parágrafos anteriores, observa-se que o PSA pode ser (positivamente) um instrumento potencial para a gestão de mananciais hídricos urbanos, desde que ele seja adotado em sua concepção “holística” ou em conjunto com demais instrumentos que garantam a provisão de serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos em uma determinada área. A questão chave do PSA e também de toda a gestão ambiental é o desenvolvimento de serviços ambientais: havendo serviços ambientais, há a possibilidade de adoção do PSA.

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho buscou estudar o PSA voltado especificamente à gestão de mananciais hídricos urbanos, considerando a problemática relacionada à escassez hídrica nos grandes centros urbanos. Para entender um contexto real da problemática desses mananciais, optou-se pelo estudo de caso de uma bacia hidrográfica deteriorada pela falta de gestão adequada e, posteriormente, foi analisado de que forma o PSA poderia ter evitado essa realidade.

O PSA é um instrumento de gestão ainda pouco difundido na gestão urbana, embora no Brasil ele venha sendo utilizado na gestão de recursos hídricos, principalmente com a finalidade de conservação de mananciais hídricos de grandes cidades. Seu conceito pode ser complexo e seu potencial pouco entendido atualmente, somando-se à falta de legislação nacional que estabeleça uma política de PSA.

Para estudar o PSA, primeiramente foi necessário entender o que são os serviços ambientais e qual sua importância à vida humana, pois o pagamento é condicionado à existência e ao desenvolvimento de tais serviços. A partir disso, chegou-se à seguinte constatação: o equilíbrio de todo o meio ambiente (incluindo o urbano) depende do desenvolvimento de serviços ambientais. Ou seja, o desenvolvimento de serviços ambientais garante o equilíbrio ambiental, desde que esses serviços sejam todos aqueles voltados à manutenção das condições essenciais para a vida, incluindo as ações humanas com tal objetivo (exemplo: as estações de tratamento de esgotos, a drenagem sustentável, o tratamento de resíduos sólidos, etc). A ideia de “serviços ambientais antrópicos” é apresentada com maiores detalhes na próxima seção, denominada “proposições de trabalhos futuros”.

Retomando ao tema “PSA”, observa-se que o pagamento pode ser feito sempre que houver o desenvolvimento de um serviço ambiental (natural ou antrópico) essencial ao equilíbrio ambiental e do qual a sociedade se beneficia, sendo essencial à vida e passível de valoração. Neste ponto recai a principal contribuição e sugestão desse trabalho: o desenvolvimento de um PSA inovador e holístico, em contrapartida ao PSA tradicional, comumente observado em utilização no Brasil. O PSA tem sido subestimado e possui um potencial muito maior para a gestão ambiental das cidades, incluindo a gestão de mananciais hídricos urbanos.

Ele pode ser um instrumento controlador para que atividades nocivas não sejam desenvolvidas e, também, incentivador para que boas técnicas sejam adotadas. Para isso, torna-se essencial esclarecer algumas lacunas sobre o tema:

- a) o que são serviços ambientais? Em um contexto da sociedade e do ecossistema em que estamos inseridos, o que são serviços essenciais para a sustentação da vida considerando que as cidades estão inclusas nesse meio ambiente e são um ecossistema parte de um todo maior? Estudos mais aprofundados sobre esse tema recaem sobre a ideia de serviços ambientais naturais e antrópicos, apresentada anteriormente e que também será discutida na seção posterior (proposições de trabalhos futuros);
- b) como valorar os serviços ambientais de forma que eles não sejam subjugados em relação ao seu real valor para a sociedade? Este é outro ponto essencial para trazer à tona o potencial do PSA. Muitas dificuldades são encontradas para se saber o valor (monetário ou não) de um serviço ambiental e o desafio está no desenvolvimento de estudos sobre o assunto, envolvendo uma equipe multidisciplinar, com profissionais da área ambiental, social e econômica;
- c) Como fundamentar uma política de PSA abrangendo todo o potencial que tal instrumento tem para a gestão urbana, rural e ambiental em todos os seus desdobramentos e conexões? Essa política deverá considerar a complexidade envolvida nos conceitos de serviços ambientais e no pagamento por tais serviços, bem como valorizar todo o potencial que pode estar envolvido nesse instrumento. Além disso, deve-se considerar a possibilidade de utilização do PSA como um instrumento de revitalização da qualidade ambiental e não apenas como de conservação ou manutenção.

Essas três questões levantadas acima demonstram a necessidade de aprofundamento sobre o tema, sendo que a questão problema desse trabalho é respondida positivamente, conforme justificativas ao longo dos itens 4 e 5 deste documento, deixando ainda a certeza de um potencial muito maior do que aquele previsto no início dessa pesquisa: o PSA é um instrumento potencial para a gestão de mananciais hídricos urbanos e para o equilíbrio ambiental das cidades e dos

ecossistemas, uma vez que pode incentivar o desenvolvimento de diferentes tipos de serviços ambientais (naturais e antrópicos). Por fim ressalta-se que o estudo sobre tais lacunas, listadas acima, são propostas significativas frente ao atual e já passado momento em que a sociedade se encontra.

Em relação ao estudo de caso dessa pesquisa: na bacia hidrográfica do rio Palmital, deteriorada ao longo dos anos e subjugada a um processo de urbanização incompatível com sua capacidade de suporte ambiental, observa-se que o PSA poderia ter evitado tal cenário degradante se concebido adequadamente, visando a sua finalidade principal: a conservação e manutenção de serviços ambientais. Uma vez degradada, a principal conclusão desse estudo pode ser expressa por meio de uma pergunta: quanto custa para se fazer um novo rio Palmital? Essa questão remete à necessidade de adaptação da cidade ao rio, sendo que medidas *a priori* ao processo de urbanização seriam muito mais eficazes e simples para a manutenção de um rio e de toda uma cidade saudável.

Considerando as análises e resultados da pesquisa, apresentados na seção anterior, conclui-se que esse trabalho atendeu aos objetivos estipulados no subitem 1.3. e, também, responde positivamente à questão-problema da pesquisa, apresentada no subitem 1.2. As principais contribuições recaem sobre a possibilidade de replicação das fases da pesquisa (metodologia da pesquisa) para o estudo de outras áreas; também chama a atenção para que processos degradantes, tal como verificado na área de estudo desse trabalho, não assumam a proporção verificada; bem como o potencial que o PSA tem como um instrumento de gestão ambiental urbana.

6 PROPOSIÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Os resultados e as conclusões desse trabalho levaram à observação de temas que podem e devem ser estudados futuramente, de forma a contribuir para o desenvolvimento de todo o potencial que o PSA possui como um instrumento de gestão urbana e ambiental. Como citado anteriormente, algumas lacunas devem ser esclarecidas para o fortalecimento do PSA, sendo elas:

- a) o que são serviços ambientais?
- b) como valorar os serviços ambientais de forma que eles não sejam subestimados em relação ao seu real valor para a sociedade?

- c) como fundamentar uma política de PSA abrangendo todo o potencial que tal instrumento tem para a gestão urbana, rural e ambiental em todos os seus desdobramentos e conexões?

A primeira questão (ou lacuna) traz uma outra pergunta sobre o que pode ser entendido por “serviços ambientais”. É sobre essa pergunta que se sustenta a principal proposição desse trabalho, feita com base em observações e reflexões ao longo da pesquisa. Relembra-se que na literatura científica os serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm da natureza direta ou indiretamente, por meio dos ecossistemas, a fim de sustentar a vida no planeta. Os ecossistemas promovem a purificação da água e do ar, amenizam fenômenos climáticos como ciclones, tornados e tufões, protegem contra desastres naturais e realizam a reciclagem de nutrientes, entre tantos outros serviços.

Da mesma forma, muitas tecnologias desenvolvidas pelo ser humano atuam sob o mesmo princípio: o de promover condições essenciais para a sustentação da vida. Neste momento, propõe-se chamá-los de “serviços ambientais antrópicos” ou “serviços ecossistêmicos antrópicos”, ou ainda “serviços ecoantrópicos”. Geralmente, esses serviços “imitam” os serviços prestados naturalmente pelos ecossistemas, mas em um prazo de tempo muito menor e com maior efetividade, a fim de atender ao equilíbrio necessário frente à grande pressão humana sobre o meio ambiente.

Se a natureza não comporta o peso das atividades humanas, é viável que a tecnologia assuma o papel no que se refere à otimização de certos serviços que não podem ser prestados pelos ecossistemas naturais com a rapidez necessária à sociedade humana. É por isso que existem estações de tratamento de esgoto, ao invés de delegar exclusivamente à natureza a reciclagem desses resíduos. O mesmo se aplica para as estações de tratamento de água, os sistemas de drenagem pluvial, coleta e tratamento de resíduos sólidos e controle da poluição atmosférica. As medidas de controle da poluição são os principais exemplos de serviços ambientais antrópicos.

Essa não é uma visão tecnicista do desenvolvimento sustentável, nem tão pouco contra o ecologismo. É uma visão tecno-ecológica, onde a tecnologia torna-se aliada essencial da natureza, a fim de promover as condições necessárias para que os mais de 7 bilhões de habitantes humanos do planeta, bem como os não-

humanos, possam ter as condições necessárias para a sustentação de suas vidas. O coração desta proposição está no ponto de vista do ecossistema e não da separação entre o meio natural e antrópico, do holístico e não do cartesiano, da gestão e não do processo, buscando soluções em medidas conjuntas entre natureza e tecnologia.

A segunda pergunta (ou lacuna) remete à necessidade de estudos que busquem valorar (economicamente ou não) os serviços ambientais: a falta de entendimento sobre o valor que um serviço ambiental possui para a sociedade impede que atenção e cuidado sejam dispensados a ele. Como citado por Hawken (1999):

“enquanto não houver uma correta maneira para se valorar uma floresta ou um rio, existe a maneira errada que é não dá-los nenhum valor. Como decidimos o valor de uma árvore de 700 anos? Nós temos apenas que perguntar quanto custa para fazer uma nova árvore, ou um novo rio, ou até mesmo uma nova atmosfera” (HAWKEN, 1999).

Para tal tarefa, essencial é a concepção de uma equipe multidisciplinar formada por profissionais da área ambiental, social e econômica (dentre outras áreas necessárias), visando estipular uma base segura para determinação dos valores dos serviços ambientais, considerando suas especificidades locais, temporais, ecológicas, entre outras, tornando mais eficaz e justo o pagamento por esses serviços (desenvolvimento do PSA).

Já a terceira pergunta propõe que o PSA seja estudado com maior detalhamento, considerando a possibilidade de sua aplicação além do que é comumente observado, abrangendo todo o potencial que tal instrumento tem para a gestão urbana, rural e ambiental, em todos os seus desdobramentos e conexões. O PSA poderá ser estudado para o desenvolvimento de serviços ambientais antrópicos, por exemplo. Cidadãos residentes da área urbana que adotam técnicas que cuidem da água na cidade, tais como o reuso de água, captação de água da chuva e demais técnicas de drenagem sustentável poderiam receber pelos serviços que prestam para o equilíbrio ambiental urbano. Outro ponto importante é a possibilidade de aplicação do PSA como um instrumento de revitalização de rios urbanos.

Essas são as principais propostas de trabalhos futuros relacionados ao tema de pesquisa dessa dissertação, ressaltando as grandes oportunidades que tais concepções têm para a gestão urbana e ambiental.

REFERÊNCIAS

- Águas Paraná – Instituto das Águas do Paraná. **Mapeamentos de abrangência da bacia do Alto Iguaçu**. Disponível em:
<<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=79>>. Acesso em 5 abr. 2016.
- Águas Paraná - Instituto das Águas do Paraná. **Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em:
<<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=26>>. Acesso em 10 abr. 2017.
- ALTMANN, Alexandre. Pagamento por serviços ambientais como instrumento de incentivo para os catadores de materiais recicláveis no Brasil. In: **Revista de Direito Ambiental**, nº. 68. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, outubro/dezembro, 2012, p. 307-328. Disponível em:
<http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20131207155702_7421.pdf>. Acesso em 21 out. 2017.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Programa Produtor de Água**. Disponível em:
<<http://produtordeagua.ana.gov.br/Principal.aspx>>. Acesso em 30 out. 2017.
- ANA - Agência Nacional das Águas. **Programa Produtor de Água**. Disponível em:
<<http://produtordeagua.ana.gov.br/>>. Acesso em 28 abr. 2017.
- ANDREOLI, Cleverson Vitorio (Editor). **Mananciais de abastecimento: Planejamento e Gestão**. 1ª edição. 494 p. Curitiba: Sanepar Finep, 2003.
- ANDREOLI, Cleverson Vitorio. CARNEIRO, Charles. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. 1ª edição. Curitiba: Ed. Gráfica Capital Ltda, 2005, 500 p.
- ANDREOLI, Cleverson Vitorio. DALARMI, Oswaldo. LARA, Aderlene Inês. RODRIGUES, Eloize Motter. ANDREOLI, Fabiana De Nadai. Os mananciais de abastecimento do sistema integrado da região metropolitana de Curitiba – RMC. In: **Sanare** – Revista Técnica da Sanepar. v.12, n. 12, 1999.
- ANDREOLI, Cleverson Vitorio. HOPPEN, Cinthya. PEGORINI, Eduardo Sabino. DALARMI, Oswaldo. A crise da água e os mananciais de abastecimento – a disponibilidade de água na RM Curitiba. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003, Cap. 2, p. 33 – 84.
- ANDREOLI, Cleverson Vitorio. HOPPEN, Cinthya. PEGORINI, Eduardo Sabino. DALARMI, Oswaldo. A crise da água e os mananciais de abastecimento – a disponibilidade de água na RM Curitiba. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003, Cap. 2, p. 33 – 84.
- ANDREOLI, Cleverson Vitorio. LARA, Aderlene Inês. Introdução. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003, Cap. 1, p. 21 – 31.

ANDREOLI, Cleverson Vitório. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003.

Atlas Brasil – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. **O IDHM**. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/>. Acesso em 2 out. 2017.

BAPTISTA, Thais Carlini. **Efeitos adversos da pressão demográfica sobre a qualidade de mananciais urbanos** (relatório final). Pesquisa referente ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica – PUCPR, 2017.

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário Miguel. Água: um bem econômico e valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, p. 75-108. Taubaté, 2008.

BOLLMANN, Harry Alberto. Avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas urbanas. In: ANDREOLI, Cleverson Vitório. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003, Cap. 8, p. 269 – 315.

BOLLMANN, Harry Alberto; ANDREOLI, Osneri Roque. Água no sistema urbano. In: ANDREOLI, Cleverson Vitório; CARNEIRO, Charles Carneiro. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Ed. Gráf. Capital Ltda: Curitiba, 2005, Cap. 3, p. 85 – 120.

BOLLMANN, Harry Alberto; CARNEIRO, Charles; PEGORINI, Eduardo. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes. In: ANDREOLI, Cleverson Vitório; CARNEIRO, Charles Carneiro. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Ed. Gráf. Capital Ltda: Curitiba, 2005, Cap. 7, p.215 – 270.

BOLUND, Per; HUNHAMMAR, Sven. Ecosystem services in urban areas. **Ecological Economics**, v. 29, p. 293 – 301, 1999.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). **Resolução normativa n. 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de fluentes e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 18 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 5 mar. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). **Resolução normativa n. 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Publicado no Diário Oficial da União de 16 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 5 mar. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). **Resolução normativa n. 410**, de 4 de maio de 2009. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008. Publicado no Diário Oficial da União de 5 de maio de 2009. Disponível em: <

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=603>>. Acesso em 5 mar. 2017.

BRASIL. **Lei Federal n. 10.257**, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana (Estatuto da cidade). Publicado no Diário Oficial da União de 11 de julho de 2001. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em 5 abr. 2017.

BRASIL. **Lei Federal n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui o Sistema Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 3 de agosto de 2010. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 20 abr. 2017.

BRASIL. **Lei Federal n. 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 28 de maio de 2012. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 14 de maio de 2017.

BRASIL. **Lei Federal n. 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins, mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 2 de setembro de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em 10 out. 2016.

BRASIL. **Lei Federal n. 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Publicado no Diário Oficial da União de 9 de janeiro de 1997. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em 10 out. 2016.

BRASIL. **Lei Federal n. 9.985**, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 19 de julho de 2000. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em 20 abr. 2017.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 5.487 de 2009**. Institui a Política Nacional dos Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, estabelece formas de controle e financiamento desse Programa, e dá outras providências.

Câmara dos Deputados, 2009. Disponível em:

<<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=43994>>. Acesso em 20 set. 2017.

BUTZKE, Alindo. As matas ciliares e seu significado ambiental. In: RECH, Adir Ubaldo; ALTMANN, Alexandre (org.). **Pagamento por serviços ambientais: imperativos jurídicos e ecológicos para a preservação e a restauração das matas ciliares**. Caxias do Sul: Educs, 2009. 168p.

CAETANO, José Adailton; ANDRADE, Eriel Forville. Legislação. In: ANDREOLI, Cleverson Vítório; CARNEIRO, Charles Carneiro. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Ed. Gráf. Capital Ltda: Curitiba, 2005, Cap. 15, p.489 – 500.

CARNEIRO, Charles; PEGORINI, Eduardo; ANDREOLI, Cleverson Vitório. Introdução. In: ANDREOLI, Cleverson Vitório; CARNEIRO, Charles Carneiro. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Ed. Gráf. Capital Ltda: Curitiba, 2005, Cap. 1, p.27 – 44.

CBD - Convention on Biological Diversity. **Ecosystem Approach Principles**. Disponível em: <<http://www.cbd.int/ecosystem/principles.shtml>>. Acesso em 7 nov. 2014.

CHICHILNISKY, Graciela; HEAL, Geoffrey. Economic returns from the biosphere - commentary. **Nature**. v.391, n. 6668, p. 629 – 630, 1998.

CIDREIRA, Liz Ehlke. **Pagamento por serviços ambientais como instrumento para a gestão das águas em ambientes urbanos**. Dissertação de mestrado: Programa de pós-graduação em Gestão Urbana – PUCPR, 2016. Disponível em: <<http://www.pucpr.br/posgraduacao/gestaourbana/dissertacoes.php>>. Acesso em 20 out. 2016.

COLOMBO. **Câmara aprova criação de Parque Linear no Rio Palmital**. Notícia divulgada no site da Câmara de Colombo, 2016. Disponível em: <http://www.camaracolombo.pr.gov.br/noticias/sessao_21_06_2016.htm>. Acesso em 6 out. 2017.

COLOMBO. **Instrução normativa n. 001/2014**. Estabelece normas sobre o Sistema de Tratamento Individual de Esgoto Sanitário. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação, 2014. Disponível em: <<http://portal.colombo.pr.gov.br/urbanismo/>>. Acesso em 20 set. 2017.

COLOMBO. **Lei Municipal n. 875**, de 16 e fevereiro de 2004. Institui o Plano Diretor do Município de Colombo, estado do Paraná, e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-colombo-pr>>. Acesso em 6 out. 2017.

COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. Manancial de Abastecimento – Decreto 4.435/2016. **Dados Geográficos**. COMEC, 2016. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=200>>. Acesso em 3 out. 2017.

COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Plano de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Curitiba 2006**: Propostas de ordenamento territorial e novo arranjo institucional. Curitiba: COMEC, 2006.

Datasus - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. **Indicadores e Dados Básicos do Brasil** – 2012. Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2012/matriz.htm>>. Acesso em 3 out. 2017.

DÍAZ, Sandra; TILMAN, David; FARGIONE, Joseph. Biodiversity Regulation of Ecosystem Services. In: HASSAN, Rashid; SCHOLLES, Robert; ASH, Neville (ed.). **Ecosystems and human well-being: current state and trends**. 1ª edição. Washington: Islandpress, 2005. Cap. 11, p. 299 – 329.

DOUROJEANNI, Axel. **Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable**. División de Recursos naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2000. 128 p.

ENGEL, Stefanie.; PAGIOLA, Stefano.; WUNDER, Sven. Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. **Ecological Economics**, v. 65, n. 4, p. 663-674, 2008.

EPA - Environmental Protection Agency. **National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Urban Areas**. Washington, DC. 2005. Disponível em: <http://www.epa.gov/owow/nps/urbanmm/pdf/urban_guidance.pdf>. Acesso em 29 maio 2017.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Review of world water resources by country. **Water Reports**. n. 23. FAO, 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/y4473e/y4473e00.htm#Contents>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

FERNANDES, Luciano Felício; LAGOS, Patricia Duarte; WOSIACK, Ana Carolina; PACHECO, Cláudia Vitola; DOMINGUES, Leuni; ZENHDER-ALVES, Letícia; COQUEMALA, Letícia. Comunidades fitoplanctônicas em ambientes lênticos. In: ANDREOLI, Cleverson Vitório; CARNEIRO, Charles Carneiro. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Ed. Gráf. Capital Ltda: Curitiba, 2005b, Cap. 9, p.305 – 366.

FERNANDES, Luciano Felicio; WOSIACK, Ana Carolina; PACHECO, Cláudia Vitola; DOMINGUES, Leuni; LAGOS, Patricia Duarte. Cianobactérias e cianotoxinas. In: ANDREOLI, Cleverson Vitório; CARNEIRO, Charles Carneiro. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Ed. Gráf. Capital Ltda: Curitiba, 2005a, Cap. 10, p.369 – 388.

Folha Sustentável. **Projetos da Embrapa Florestas sobre araucária e pupunha para palmito recebem Prêmio von Martius de Sustentabilidade 2017**. Notícia divulgada no site Folha Sustentável em 19 de outubro de 2017. Disponível em: <<https://meioambiente.rio.com/25885/2017/10/projetos-da-embrapa-florestas-sobre-araucaria-e-pupunha-para-palmito-recebem-premio-von-martius-de-sustentabilidade-2017/>>. Acesso em 21 out. 2017.

GARCIAS, Carlos Mello; AFONSO, Jorge Augusto Callado. Revitalização de rios urbanos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais - Gesta**, v. 1, n. 1 – p. 124–137, 2013. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/71111>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

GARCIAS, Carlos Mello; ANDREOLI, Fabiana De Nadai; MERKL, Cristina. Dinâmica das ocupações irregulares em mananciais. In: ANDREOLI, Cleverson Vitório. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003, Cap. 4, p. 135 – 176.

GARCIAS, Carlos Mello; BERTOLINO, Alessandro; CIDREIRA, Liz Ehke; CASTRO, Stéphanie Louise Inácio. **Revitalização do rio Belém**. Meu rio: minha vida. In: BRUN, Gerti Weber; PINILLA, María Claudia Campos (editoras). Aportes técnicos y

formativos para el uso sostenible de los recursos hídricos em América Latina. 1ª edição. Editorial Pontificia Universidad Javeriana: Bogotá, 2016, p. 72-96.

GARCIAS, Carlos Mello; SANCHES, Alexandre Martinho. 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, n. 2, p. 96-149, 2009.

GESSNER, M. O; HINKELMANN, R; NÜTZMANN, G; JEKEL, M; SINGER, G. LEWANDOWSKI, J; NEHLS, T; BARJENBRUCH, M. Urban water interfaces. **Journal of Hydrology**. v. 514, p. 226-232, abr. 2014.

GÓMEZ-BAGGETHUN, Erik; GREN, Asa; BARTON, David; LANGEMEYER, Johannes; MCPHEARSON, Timon; O'FARRELL, Patrick; ANDERSSON, Erik; HAMSTEAD, Zoé; KREMER, Peleg. Urban Ecosystem Services. In: Cities and Biodiversity Outlook Project. **Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities**. Springer, 2013.

GUEDES, Fátima Becker; SEHUSEN, Susan Edda (Org.). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011.

HAWKEN, Paul. Natural Capital and Human Economic Survival Foreword. In: PRUGH, Thomas et al. **Natural Capital and Human Economic Survival**. 2ª edição. United States of America: Lewis Publishers, 1999.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de população para 1º de julho de 2013**. Banco de dados, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2013/estimativa_tcu.shtm>. Acesso em 22 mar. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Banco de dados, 2017. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em 10 maio 2017.

Ipardes - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Base de dados do Estado**. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em 10 abr. 2017.

JACOBS, Gerson Antonio; RIZZI, Nivaldo Eduardo. A evolução da qualidade dos recursos hídricos de abastecimento público na região metropolitana de Curitiba. In: ANDREOLI, Cleverson Vítório. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003a, Cap. 5, p. 179 – 194.

JACOBS, Gerson Antonio; RIZZI, Nivaldo Eduardo. O uso dos mananciais da RM Curitiba – a ocupação do espaço físico da bacia do Altíssimo Iguaçu. In: ANDREOLI, Cleverson Vítório. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003b, Cap. 3, p. 87– 132.

JARDIM, Mariana Heilbuth; BURSZTYN, Maria Augusta. Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG). **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 353-360, 2015.

KFOURI, Adriana; FAVERO, Fabiana. **Projeto Conservador das Águas Passo a Passo: Uma Descrição Didática sobre o Desenvolvimento da Primeira Experiência de Pagamento por uma Prefeitura Municipal no Brasil**. 1ª edição, Brasília: The Nature Conservancy do Brasil, 2011. 58 p.

LANNA, Antonio Eduardo. **Introdução à gestão ambiental e à análise econômica do ambiente**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 32 p.

LARA, Aderlene Inês de. Plano de gestão e manejo em áreas de mananciais. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003, Cap. 10, p. 387 – 399.

LARA, Aderlene Inês de; TOSIN, Paulo César. Ações para o manejo e gerenciamento de mananciais. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003, Cap. 11, p. 403– 426.

LEAL, Antonio Cezar. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema – São Paulo**. 2000. 300 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LEITÃO, Sanderson Alberto Medeiros. **Escassez de água na cidade: riscos e vulnerabilidades no contexto da cidade de Curitiba/PR**. 2009. 271 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

LUZ, Lafayette Dantas da. Aspectos hidrológicos e serviços ambientais hídricos. In: PARRON, Lucilia Maria; GARCIA, Junior Ruiz; OLIVEIRA, Edilson Batista de; BROWN, George Gardner; PRADO, Rachel Bardy (editores técnicos). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015.

MAY, Peter Herman; MOTTA, Ronaldo Serôa. **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. 1ª edição, Rio de Janeiro: Campus, 1994. 195 p.

MEA – Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. World Resource Institute. Washington: Island Press, 2005 (b). Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.html>>. Acesso em 18 abr. 2016.

MEA – Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Their Services**. In: MEA. **Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment**. World Resource Institute. Washington: Island Press, 2005 (a). Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/Framework.html>>. Acesso em 18 abr. 2016.

MENDES, Guilherme de Souza; FREIRIA, Rafael Costa. Pagamento por serviços ambientais: o estado da arte da política brasileira. **Âmbito Jurídico**. Rio Grande, 2017. Disponível em: <http://ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=18841>. Acesso em 6 abr. 2017.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VERÓL, Aline Pires; REZENDE, Osvaldo Moura. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

MINER, Cynthia Regina de Lima Passos. Instrumentos jurídicos para o controle de atividades rurais em áreas de mananciais. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003, Cap. 12, p. 429– 458.

MMA - Ministério de Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: prioridades 2012-2015 (primeira revisão)**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em: << <http://www.mma.gov.br/publicacoes/agua/category/42-recursos-hidricos?start=40>>. Acesso em 29 maio 2017.

MMA - Ministério de Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente, 2006. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/publicacoes/agua/category/42-recursos-hidricos?start=40>>. Acesso em 2 maio 2017.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 352 p.

MOTTA, Ronaldo Serôa. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. 1ª edição, Rio de Janeiro: IPEA, MMA, PNUD, CNPq, 1997 195 p.

MURADIAN, R., CORBERA, E., PASCUAL U., KOSOY N., MAY P.H., 2010. Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**. 69 (6), p. 1202-1208.

PARANÁ. **Decreto Estadual n. 1591**, de 2 de junho 2015, que regulamenta as normas da Lei Estadual nº 17.134/2012 que instituiu o Pagamento por Serviços Ambientais e o Biocrédito no âmbito do Estado do Paraná. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná de 2 de junho de 2015.

PARANÁ. **Decreto Estadual n. 3411**, de 10 de setembro de 2008. Declara as áreas de interesse de Mananciais de Abastecimento Público da Região Metropolitana de Curitiba e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná ed 11 de setembro de 2008. Disponível em: <http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacoes/DecretoEstadual_3411_2008.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

PARANÁ. **Decreto Estadual n. 4435**, de 30 de junho de 2016, que declara as Áreas de Interesse de Mananciais de Abastecimento Público da Região Metropolitana de Curitiba e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná de 30 de junho de 2016. Curitiba, 2016 (c).

PARANÁ. **Decreto Estadual n. 6194**, de 15 de outubro de 2012. Declara as áreas de interesse de Mananciais de Abastecimento Público da Região Metropolitana de Curitiba e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná de 15 de outubro de 2012. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=77988&indice=1&totalRegistros=1>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

PARANÁ. **Decreto Estadual n. 6390**, de 5 de abril de 2006. Declara as áreas de interesse de Mananciais de Abastecimento Público da Região Metropolitana de Curitiba e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná de 5 de abril de 2006. Disponível em: <http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacoes/DecretoEstadual_6390_2006.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

PARANÁ. **Decreto Estadual n. 808**, de 31 de maio de 1999. Declara para os fins de que trata a Lei Especial de Proteção dos Mananciais da RMC. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná de 1 de junho de 1999. Disponível em: <http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacoes/DecretoEstadual_808_99.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

PARANÁ. **Lei Estadual n. 12.248**, de 31 de julho de 1998. Cria o Sistema Integrado de Gestão e Proteção de Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná de 3 de agosto de 1998. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/leie12248-98.pdf>>. Acesso em 20 nov. 2016.

PARANÁ. **Lei Estadual n. 17.134**, de 25 de abril de 2012. Institui o Pagamento por Serviços Ambientais, em especial os prestados pela Conservação da Biodiversidade, integrante do Programa Bioclima Paraná, bem como dispõe sobre o biocrédito. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná de 25 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=67272&indice=1&totalRegistros=1>>. Acesso em 24 out. 2016.

PARANÁ. **Richa anuncia pagamento a proprietários rurais que adotam boas práticas**. Notícia divulgada no site da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2016 (a). Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=2279&tit=Richa-anuncia-pagamento-a-proprietarios-rurais-que-adotam-boas-praticas>>. Acesso em 14 abr. 2016.

PARANÁ. **Rio Palmital será o primeiro manancial a ter ações integradas para sua conservação**. Notícia divulgada no site do governo do Paraná. Revitalização do rio Iguaçu: grupo gestor, 2016 (b). Disponível em: <<http://www.rioiguacu.pr.gov.br/modules/noticias/makepdf.php?storyid=54>>. Acesso em 22 nov. 2016.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). **Resolução SEMA n. 080**, de 21 de dezembro de 2015. Institui diretrizes e normas para a execução de projetos de Pagamento por Serviços Ambientais destinados às Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) no Estado do Paraná. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná de 21 de dezembro de 2015.

PARRON, Lucilia Maria; GARCIA, Junior Ruiz. Serviços ambientais: conceitos, classificação, indicadores e aspectos correlatos. In: PARRON, Lucilia Maria; GARCIA, Junior Ruiz; OLIVEIRA, Edilson Batista de; BROWN, George Gardner; PRADO, Rachel Bardy (editores técnicos). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015.

PARRON, Lucilia Maria; GARCIA, Junior Ruiz; OLIVEIRA, Edilson Batista de; BROWN, George Gardner; PRADO, Rachel Bardy (editores técnicos). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015.

PASCUAL, Unai; MURADIAN, Roldan. The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. In: TEEB. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations**. Edited by Pushpam Kumar. Abingdon and New York: Routledge, 2010. Cap. 5, p. 4-133. Disponível em: <<http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/>>. Acesso em 19 fev. 2014.

PELAEZ, Victor; DALARMI, Osvaldo; GOEBEL, Roselis; CARDOSO, Marcos; BAGGIO, Waldemar. Impacto econômico da não preservação de mananciais na região metropolitana de Curitiba. In: ANDREOLI, Cleverson Vitório. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. 1ª edição. Curitiba: Sanepar Finep, 2003, Cap. 6, p. 197 – 233.

PINHAIS. **Lei Municipal n. 1232**, de 30 de setembro de 2011. Altera a lei municipal nº 505 de 26 de dezembro de 2001 que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no município de Pinhais. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/p/pinhais/lei-ordinaria/2011/123/1232/lei-ordinaria-n-1232-2011-altera-a-lei-municipal-n-505-de-26-de-dezembro-de-2001-que-institui-o-plano-diretor-de-desenvolvimento-urbano-estabelece-objetivos-instrumentos-e-diretrizes-para-as-acoes-de-planejamento-no-municipio-de-pinhais>>. Acesso em 25 set. 2017

PINHAIS. **Lei nº 505 de 26 de dezembro de 2001**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no município de Pinhais. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-pinhais-pr>>. Acesso em 25 set. 2017.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **O que é o IDHM**. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html>>. Acesso em 2 out. 2017.

PPGTU - Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. **Linhas de pesquisa**. Disponível em: <<http://www.pucpr.br/posgraduacao/gestaourbana/projetos.php>>. Acesso em 20 maio 2016.

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. **Memória**. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/a-sanepar/memoria>>. Acesso em 21 nov. 2016.

SANEPAR - Companhia Paranaense de Saneamento. **Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana**. Curitiba: Sanepar, 2013, 142 p.

SANTOS, Priscilla; BRITO, Brenda; MASCHIETTO, Fernanda; OSÓRIO, Guarany; MONZONI, Mário. **Marco regulamentatório sobre pagamento por serviços ambientais**. Belém: IMAZON; FGV.CVces, 2012. Disponível em: <

amazonas.org/versao/2012/wordpress/wp-content/uploads/2013/07/Marco-regulat%C3%B3rio-PSA-Brasil_FGV.pdf>. Acesso em 9 nov. 2014.

SATER, Almir; SIMÕES, Paulo. Mês de maio. In: **Terra de sonhos** (álbum musical). Gravadora Velas, 1994. Disponível em: <<http://cliquemusic.uol.com.br/discos/ver/almir-sater/terra-de-sonhos>>. Acesso em 3 nov. 2017.

SF Agro. **Cadastro Ambiental Rural colaborou para a queda de 16% no desmatamento na Amazônia**, diz a Abiove. Notícia divulgada no site da SF Agro. Disponível em: <<http://sfagro.uol.com.br/car-colaborou-para-queda-de-16-no-desmatamento-na-amazonia-diz-abiove/>>. Acesso em 21 out. 2017.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estela Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. rev. Atual. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SMITH, Mark; GROOT, Dolf; PERROT-MAÎTRE, Danièle; BERGKAMP, Ger. **Pay – establishing payments for watershed services**. Gland: Switzerland: IUCN, 2008.

SOUZA, Luiz Claudio de Paula; SIRTOLI, Angelo Evaristo; LIMA, Marcelo Ricardo de; DONHA, Annelissa Gobel. Estudo do meio físico na avaliação de bacias hidrográficas utilizadas como mananciais de abastecimento. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio; CARNEIRO, Charles Carneiro. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Ed. Gráf. Capital Ltda: Curitiba, 2005, Cap. 4, p. 123 – 158.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbana**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

SUDERHSA. **Mapeamento de abrangência da bacia do Alto Iguaçu**, 2000. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=79>>. Acesso em 4 jul. 2016.

TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity. **TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management**. London: TEEB, 2011.

TEIXEIRA, Carlos Geraldo. **Pagamento por serviços ambientais de proteção às nascentes como forma de sustentabilidade e preservação ambiental**. – Brasília: CJF, 2012. 244 p.

TOMAZ, Plínio. **Poluição difusa**. São Paulo: Navegar Editora, 2006.

TOZZI, Rodrigo Henrique Branquinho Barboza. O PSA urbano como manifestação do poder da polícia ambiental do município. **Revista Síntese Direito Ambiental**, v. 23, p. 13-26, 2015. Disponível em: <http://www.lex.com.br/doutrina_26094023_O_PSA_URBANO_COMO_MANIFESTA_CAO_DO_PODER_DE_POLICIA_AMBIENTAL_DO_MUNICIPIO.aspx>. Acesso em 21 out. 2017.

TUCCI, Carlos E. M. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**. v. 22, n. 63, 2008, p. 97-112.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEAK, Csaba; SHIFFER, Sueli (Org.). **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: Edusp, 1999. p. 169-243.

WUNDER, Sven. **Payments for Environmental Services**: Some Nuts and Bolts. Indonesia: Center for International Forestry Research, 2005. Disponível em: <<http://theredddesk.org/sites/default/files/resources/pdf/2012/payment-ecosystem-services-02.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2014.

WUNDER, Sven. Revisiting the concept of payments for environmental services. **Ecological Economics**. V. 117, p. 234-243, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.08.016>>. Acesso em 1 ago. 2016.

XAVIER, Christine da Fonseca; DIAS, Leda Neiva; BRUNKOW, Renato Fernando. Eutrofização. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio; CARNEIRO, Charles Carneiro. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Ed. Gráf. Capital Ltda: Curitiba, 2005, Cap. 7, p.273 – 302.