

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAMILA MALLASSA

**ANÁLISE DA DEMANDA HÍDRICA E DE ÁREAS VERDES PESERVADAS
EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA**

CURITIBA

2018

CAMILA MALLASSA

**ANÁLISE DA DEMANDA HÍDRICA E DE ÁREAS VERDES PESERVADAS
EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Paraná, apresentado como requisito parcial para a obtenção de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dra. Heloise Garcia Knapik

CURITIBA

2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

TERMO DE APROVAÇÃO DE PROJETO FINAL

CAMILA MALASSA

ANÁLISE DA DEMANDA HÍDRICA E DE ÁREAS VERDES PESERVADAS EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

Projeto Final de Curso, aprovado como requisito parcial para a obtenção do Diploma de Bacharel em Engenharia Ambiental no Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, com nota 65, pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a): HeLoise Garcia Knapik
HELOISE GARCIA KNAPIK
DHS/UFPR

Membro(a) 1: p/ Eduardo Felga Gobbi
EDUARDO FELGA GOBBI
DEA/UFPR

Membro(a) 2: Cristovão V. S. Fernandes
CRISTOVÃO V. S. FERNANDES
DHS/UFPR

Curitiba, 06 de julho de 2018

RESUMO

A expansão populacional interfere diretamente na qualidade da água bruta disponível para o abastecimento público e, conseqüentemente, na disponibilidade de área necessária para suprir a demanda hídrica dessa quantidade de pessoas. Desta forma, este trabalho propõe um método de cálculo para estimar a área verde necessária a ser preservada para manter a qualidade da distribuição de água da Bacia do Alto Iguaçu. Esta bacia, que atende um montante de aproximadamente 2,8 milhões de habitantes em uma área de 3.642 km², integra o Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba e Região Metropolitana – SAIC. Para esta estimativa, utilizou-se a vazão específica regionalizada da bacia hidrográfica em estudo e a vazão de água produzida no sistema, com cálculo das áreas necessárias de preservação para cada sistema de produção de água. Foram avaliados cenários de crescimento populacional com diferentes vazões de permanência e para diferentes cenários de produção e demanda de água. As curvas de demanda de área correspondem às curvas de demanda de água.

Para o estudo de caso no ano de 2013, os dados indicam que 16% de toda a região contemplada e 38% da região rural da área de estudo deveriam ser destinadas apenas à proteção dos mananciais. Adicionalmente, considerando a bacia do Piraquara, que possui atualmente a maior área de manancial preservada dentro do SAIC, além de não atender numericamente à área verde necessária, ainda apresenta urbanização em locais que deveriam ser de mata ciliar ou de preservação permanente.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. Objetivos.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Gestão de Recursos Hídricos e disponibilidade hídrica no Brasil.....	12
2.2. Legislação aplicada a recursos hídricos e mananciais.....	17
2.3. Disponibilidade Hídrica.....	18
2.4. Hidrologia.....	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1. Área de estudo.....	22
3.1.2. Abastecimento de água de Curitiba e Região Metropolitana.....	23
3.2. Metodologia do cálculo das áreas verdes.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Resultados para a Bacia do Alto Iguaçu.....	30
4.2. Análise de cenário para cada sistema produtor.....	35
5. CONCLUSÕES.....	40
6. REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DEMANDA CONSULTIVA TOTAL ESTIMADA E CONSUMIDA NO BRASIL (m ³ /s). FONTE: ANA & EMBRAPA, 2013.....	11
FIGURA 2: DETALHAMENTO DO BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO NO BRASIL.....	12
FIGURA 3 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO ESTADO DO PARANÁ. FONTE:SUDERHSA (2009).....	14
FIGURA 4 – DEMANDA HÍDRICA E TIPO DE MANANCIAL (PARANÁ). FONTE: SUDERHSA (2009).....	15
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DO CONFLITO TERRITORIAL ASSOCIADO AO AUMENTO DA POPULAÇÃO.....	18
FIGURA 6 - FLUXOGRAMA ASSOCIANDO O DESMATAMENTO À DIMINUIÇÃO DA QUANTIDADE E DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	19
FIGURA 7 – ÁREA DE ESTUDO DO PRESENTE TRABALHO, (ÁREA DENTRO DA LINHA PONTILHADA) CONTENDO A MANCHA URBANA.....	21
FIGURA 8: SISTEMA DE PRODUÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA DOS MUNICÍPIOS CORRESPONDENTES À ÁREA ESTUDADA. FONTE: SANEPAR (2013).....	23
FIGURA 9 - ÁREA ESCOLHIDA NA REGIÃO DO RIO IRAÍ PARA FAZER EXEMPLIFICAR A APLICAÇÃO DO PROJETO.....	28
Figura 10 - MAPA GERADO EXPONDO A ÁREA NECESSÁRIA AO REDOR DO MANANCIAL.....	37
FIGURA 11 – MAPA RELACIONANDO OS VETORES DE EXPANSÃO/PERCENTUAL DE ACRÉSCIMO POPULACIONAL 2000-2020, ADAPTADO DO ESTUDO DA COMEC, 2006.....	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - SISTEMA DE PRODUÇÃO DO SAIC.....	24
TABELA 2 - PRODUÇÃO DE ÁGUA ADVINDA DE CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DO SAIC.....	26
TABELA 3 - VAZÃO ESPECÍFICA REGIONALIZADA DE ACORDO COM MÉTODO DADO PELA SUDERHSA.....	27
Tabela 4 - EVOLUÇÃO TEMPORAL DA ÁREA DE MANANCIAL PARA DIFERENTES TEMPOS DE PERMANÊNCIA.....	30
TABELA 5 - ÁREA VERDE NECESSÁRIA NO SAIC EM 2013.....	35
TABELA 6 - ÁREA RURAL DOS MUNICÍPIOS DO SAIC (Fonte: IPARDES, 2012).....	36

1. INTRODUÇÃO

“Todos os anos, morrem mais pessoas das consequências de água contaminada do que de todas as formas de violência, incluindo a guerra.” A afirmação assustadora da Organização das Nações Unidas, publicada no Dia Mundial da Água – 22 de março (2010), nos estimula a buscar formas de mudar essa realidade assombrosa em favor da valorização da vida na Terra.

Em se tratando da disponibilidade hídrica, pode-se observar duas características: quantidade e qualidade. Para a Organização das Nações Unidas, a quantidade de água necessária para atender as necessidades básicas de um indivíduo é de 110 litros por dia, porém estima-se que 2,6 bilhões de pessoas não têm acesso ao saneamento básico e mais de 1,1 bilhões de pessoas, distribuídas nos 31 países em desenvolvimento, não possuem, sequer, acesso adequado à água (PNUD, 2017). Ou seja, é trivial observar que o abastecimento de água para a população mundial é insuficiente. A causa disso, segundo a ONU, engloba o uso ineficiente da água, a degradação pela poluição e a exploração excessiva das reservas subterrâneas, que, juntamente com a expansão populacional e a demanda de água dos usos agrícolas e industriais – acarretando em uma poluição em massa da água doce disponível – pressiona o finito e frágil recurso de água potável.

Para Andreoli et al. (2003), a escassez, que durante muito tempo foi associada a lugares áridos, hoje pode ser observada em locais com grande disponibilidade hídrica, devido, principalmente, à falta de qualidade na água bruta e déficit no tratamento adequado. Para ilustrar essa situação crítica, podemos citar o caso das cidades de Lima e São Paulo que, embora se localizem em países que se encontram nos primeiros lugares em questão de disponibilidade de água no mundo (o Peru é o oitavo país que conta com a maior quantidade de água do mundo e o Brasil ocupa o primeiro lugar do mesmo ranking), sofrem regularmente com crises de falta de água (ONU, 2015). Além disso, o texto complementa que no Peru, embora 90% da população seja atendida pelo abastecimento público, a outra porcentagem supre suas necessidades com uma água escassa, cara, de má qualidade e que

chega através de caminhões pipa (o que encarece ainda mais o seu custo). Ainda de acordo com a organização mundial, o Uruguai, embora atenda 100% da população com o abastecimento de água, perde quase metade de sua água potável devido a roubos e tubulações sem a manutenção adequada.

O desenvolvimento de uma região tem relação direta com o consumo de água o que, por sua vez, acaba gerando maior volume de efluentes contaminados, deteriorando (mesmo após o tratamento), seus corpos hídricos de descarga e conseqüentemente diminuindo a qualidade da água que abastece as regiões a jusante. Pode-se, então, classificar o crescimento populacional como uma ameaça à qualidade da água disponível. Além de aumentar a demanda do recurso, a ocupação urbana exerce uma forte pressão nos mananciais de abastecimento, causada pela ocupação irregular do solo, a precariedade na infraestrutura do saneamento, o descumprimento da legislação de indústrias, a destruição da cobertura vegetal, além da superexploração dos mananciais. Tucci (2008) afirma que a degradação dos mananciais reduz a disponibilidade de água de qualidade para a população.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, definimos manancial como a fonte de água doce que abastece o consumo humano e atividades econômicas. As bacias em que os mananciais se encontram devem ter uma exploração cuidadosa, que a auxilie a ofertar água de boa qualidade (Scarpim et al. 2016).

No final do século XX, o potencial de recursos do Estado do Paraná era considerado ilimitado, porém a exploração sistemática e a ocupação do território acabaram substituindo a sua mata nativa por culturas agrícolas, que acabaram por levar o estado a baixos níveis de cobertura vegetal (Jacobs, 1999).

No trabalho de Maack (1981), foi descrita a redução dos remanescentes florestais do Paraná em função da progressão da ocupação urbana. A superfície de mata do estado reduziu 19,63 pontos percentuais em 35 anos (período de 1895 a 1930). No ano de 1965 observou-se que os níveis de cobertura vegetal correspondiam a 23,93% da área do estado, enquanto que em 1895 (70 anos antes), o mesmo índice era de 83,43%.

A quantidade de área verde necessária para manter a qualidade dos mananciais nos municípios do estado do Paraná foi calculada no trabalho de Scarpim, Mallassa e Andreoli (2016), onde também se propõe que esse resultado seja um indicador ambiental. Os autores não consideraram os municípios pertencentes ao SAIC no escopo trabalho por possuírem um sistema diferenciado dos demais municípios em que é complexo estimar o dado da vazão de demanda de água para cada cidade. No anseio de atender à necessidade de se obter dados referentes ao município de Curitiba e região metropolitana para que se possa, assim, agir contra a ocupação irregular da região e assegurar a manutenção e melhora das áreas de manancial, propôs-se este trabalho.

1.1. Objetivos

Objetivo geral:

Avaliar a demanda e a disponibilidade de área verde preservada na Bacia do Alto Iguaçu para o atendimento da demanda hídrica no Sistema Integrado de Abastecimento de Curitiba – SAIC e propor medidas para sua conservação e/ou ampliação.

Objetivos específicos:

- Estimar a área de manancial preservada necessária para suprir a demanda de consumo de água nos municípios de Curitiba e Região Metropolitana, pertencentes ao SAIC;

-Analisar cenários de crescimento populacional e conseqüente crescimento de demanda de água no cálculo da estimativa de áreas verdes preservadas.

- Verificar a viabilidade de se preservar a área necessária e observar se a bacia do Alto Iguaçu possui área suficiente para suprir sua demanda hídrica;

- Analisar o cenário de expansão de reservatórios de água, comparando-o com as regiões de probabilidade de expansão urbana.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Gestão de Recursos Hídricos e disponibilidade hídrica no Brasil

No Brasil, os problemas relacionados à escassez podem ser divididos em rurais e urbanos. No primeiro caso, encontramos a redução do potencial hídrico, gerado pelo desmatamento, que reduz a infiltração do solo e consequentemente, a recarga dos aquíferos e a perda da qualidade da água (devido ao modelo agrícola que utiliza muitos agrotóxicos, que acabam se diluindo em água e se infiltrando no solo até contaminar os aquíferos ou, devido ao desmatamento, se deposita no processo de erosão nos rios e lagos muitas vezes utilizados para abastecer a população local) (Andreoli et al., 2003).

Acompanhando essa temática, pode-se citar o estudo mostrado na Figura 1 (ANA & EMBRAPA, 2013), onde é claramente visível que o setor que consome a maior parte da água no Brasil é o da irrigação para fins agrícolas. Estima-se ainda, que a área de agricultura irrigada (que no ano de 2014 correspondia a 21% do território nacional) possui uma taxa de crescimento superior às do crescimento de área plantada. As entidades completam que os investimentos em irrigação acarretam na diminuição da necessidade de expansão da produção agrícola em áreas ocupadas por pastagens e matas e que aplicando-se um bom manejo do solo e da água é possível chegar a níveis de eficiência de uso dos recursos hídricos superiores a 90%.

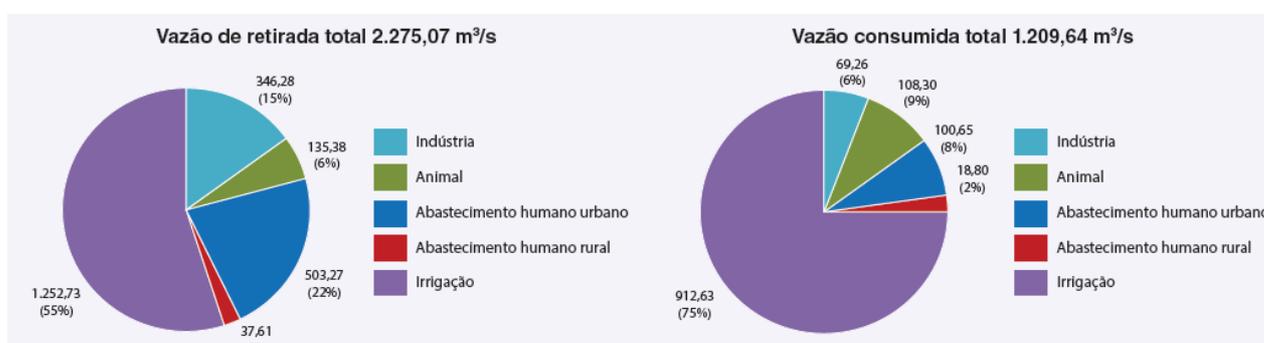


FIGURA 1 – DEMANDA CONSULTIVA TOTAL ESTIMADA E CONSUMIDA NO BRASIL (m³/s). FONTE: ANA & EMBRAPA, 2013.

Complementarmente, no Brasil, a disponibilidade hídrica não é homogeneamente distribuída, tanto em termos de quantidade de água, como da qualidade da água em função dos diferentes usos e atendimentos adequados de coleta e tratamento de efluentes. Na Figura 2 é apresentado um detalhamento do balanço hídrico quali-quantitativo atual brasileiro realizado pela Agência Nacional de Águas (SNIRH, 2017). O balanço quantitativo apresentado é calculado a partir das demandas consuntivas estimadas (vazões de retirada) e a disponibilidade hídrica em uma determinada bacia. Com relação ao balanço qualitativo, este é calculado a partir da capacidade de assimilação de cargas orgânicas domésticas nos corpos d'água. Em conjunto, o balanço quali-quantitativo permite identificar as bacias com maior ou menor grau de criticidade com relação aos usos atuais dos recursos hídricos (SNIRH, 2017).

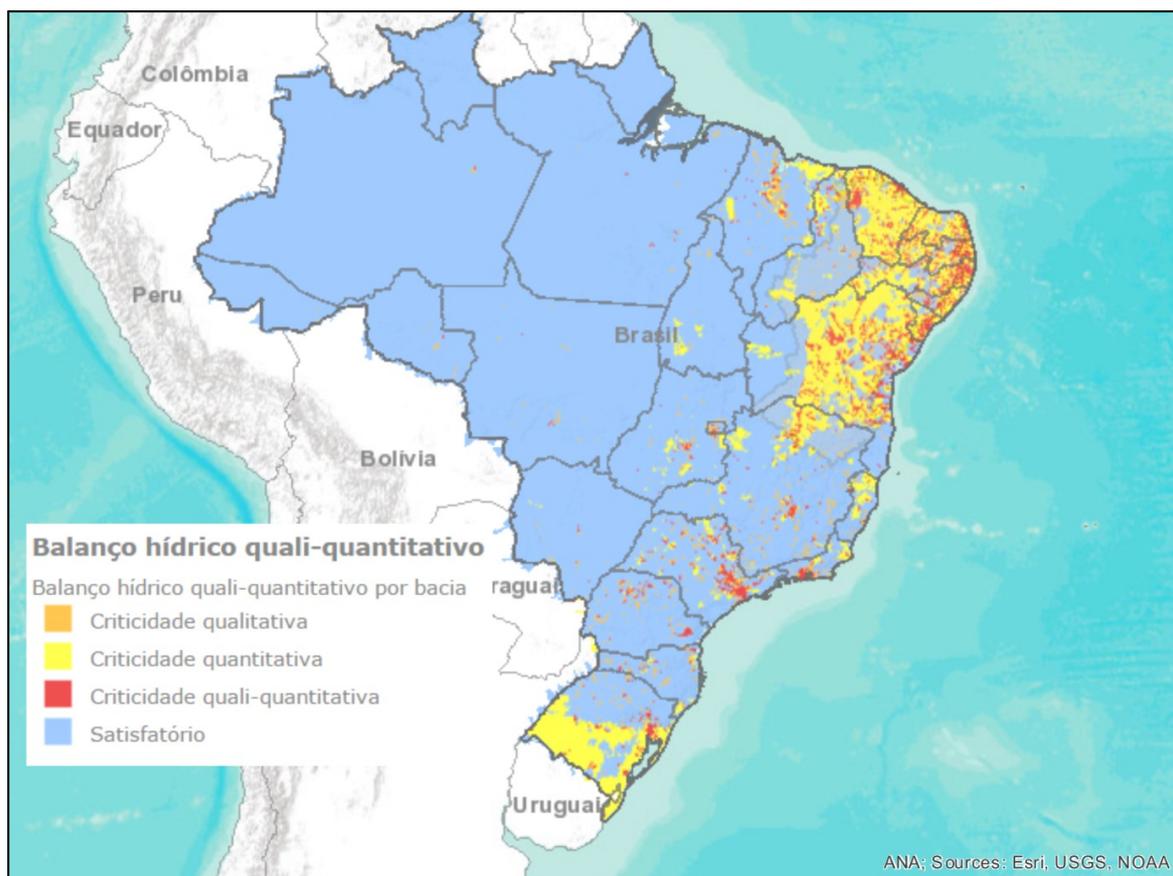


FIGURA 2: DETALHAMENTO DO BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO NO BRASIL.

FONTE: SNIRH, 2017

Conforme pode ser observado na Figura 2, a maior parte do território brasileiro apresenta um balanço quali-quantitativo satisfatório. Contudo, nas regiões mais densamente urbanizadas, com as menores taxas de coleta e tratamento de efluentes, ou com baixa disponibilidade hídrica (regiões áridas e semi-áridas), a situação já se encontra em níveis críticos em termos de qualidade e quantidade de água disponível.

Para o Paraná, o estudo da SUDEDERHSA (2009) disponível na Base Ambiental do IPARDES, apresenta um diagnóstico mais detalhado (Figura 3), onde se observa que a Bacia do Alto Iguaçu é classificada como a segunda menor em relação à disponibilidade hídrica, o que pode ser um dado preocupante quando é nessa região onde se encontra a maior ocupação urbana do estado, que depende de seus mananciais para manter suas atividades. Adicionalmente, de acordo com a Figura 4, é possível observar a diferença entre as regiões que dependem prioritariamente de captação superficial para o seu abastecimento quando comparado a fontes subterrâneas.

Conforme pode ser observado (Figuras 3 e 4), a grande maioria do território paranaense supre a sua demanda através de mananciais superficiais, ressaltando, desta forma, a necessidade de preservação e conservação das áreas de mananciais e, conseqüentemente, da qualidade da água utilizada para fins de abastecimento público. Em especial, na Bacia do Alto Iguaçu, a necessidade de expansão urbana, conforme estudos realizados pela COMEC (2006), pode ocasionar conflitos de uso e ocupação do solo, e, principalmente, de conservação e preservação de áreas de mananciais que integram o SAIC (Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba).

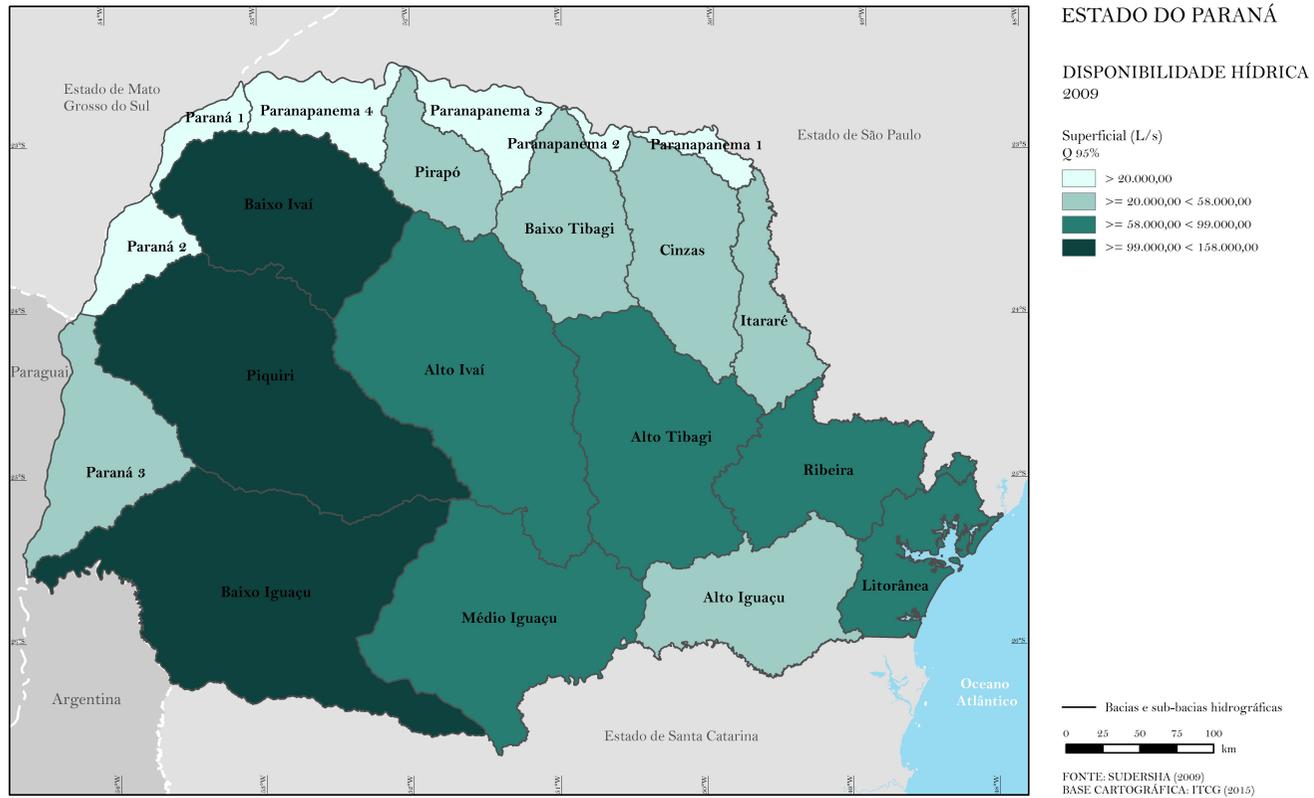


FIGURA 3 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO ESTADO DO PARANÁ. FONTE: SUDERHSA (2009)

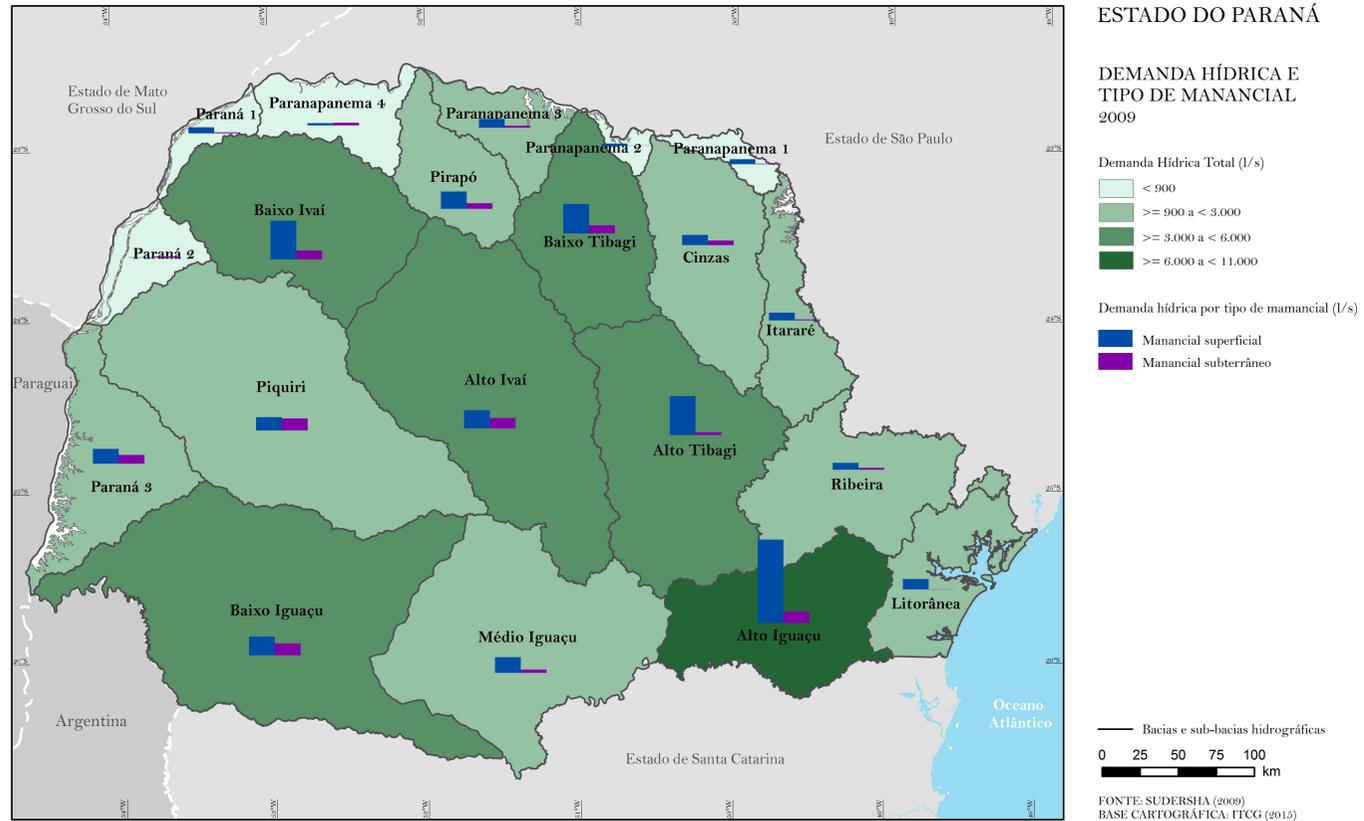


FIGURA 4 – DEMANDA HÍDRICA E TIPO DE MANANCIAL (PARANÁ). FONTE: SUDERHSA (2009)

2.2. Legislação aplicada a recursos hídricos e mananciais

Dentro desse contexto, é importante analisar a base legal aplicada à gestão de recursos hídricos e, em especial, à preservação de áreas de mananciais. De caráter descentralizador, inovador e participativo, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9433/1997, criou a base legal para a gestão dos recursos hídricos com base nos comitês de bacias hidrográficas, planos de bacia, a outorga e cobrança, bem como sistema nacional de informações sobre recursos hídricos. Com mais de 20 anos, a PNRH avançou positivamente em muitos aspectos, mas sua efetiva aplicação carece, por exemplo, de comitês de bacia mais atuantes e engajados com a preservação dos recursos hídricos, em especial na conservação de áreas de mananciais.

A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005, alterada pela 430/2011, dá a diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos d'água, previsto pela PNRH, apresentando os padrões mínimos para cada classe para diferentes parâmetros de qualidade de água. Ainda, dá condições e padrões de lançamento de efluentes, entre outras providências, sendo uma importante resolução no contexto do cenário de qualidade da água em função dos usos a que se destina, em especial às classes destinadas ao abastecimento público.

No Conselho Nacional dos Recursos Hídricos, há também a RESOLUÇÃO CNRH 48/2005, que estabelece critérios para a cobrança de recursos hídricos, com destaque para o capítulo 2, artigo 2º, item 5, onde ressalta-se que um dos objetivos da cobrança dos recursos hídricos é estimular a conservação, proteção, manejo e recuperação dos recursos hídricos nas áreas de aquíferos, mananciais e matas ciliares por meio de incentivo e compensações aos usuários; e também a RESOLUÇÃO CNRH 54/2005, que aborda sobre o reuso direto não potável de água, detalha que a degradação de mananciais acarreta em aumento dos custos de tratamento de água.

Mais específico para o estado do Paraná, a LEI Nº 12248/1998, que cria o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba, aborda as questões de que a criação do sistema deve assegurar as condições para que os mananciais para abastecimento

público sejam preservados e recuperados. Ainda, na região metropolitana de Curitiba, o Decreto Estadual 3411, de 10 de setembro de 2008, estabelece as áreas de interesse de proteção dos mananciais, como, por exemplo, a bacia do rio Passaúna, onde já se encontra um dos reservatórios de abastecimento do SAIC, áreas dos rios Itaqui, Despique, Faxinal, Maurício, Miringuava, afluentes na margem esquerda do rio Iguaçu, com qualidade de água adequadas para fins de abastecimento público, bem como áreas a montante na Bacia do Rio Bariqui e dos rios Verde e Cotia.

Nessa questão, podemos notar que na teoria, as questões abordadas para a compensação do mantimento das áreas verdes ao redor dos mananciais estão prescritas em lei, porém, o que acontece efetivamente é uma grande disputa com a ocupação e uso do solo. O alocamento de pessoas é muito mais vantajoso economicamente (pela venda e aluguel de espaços e casas) e muito menos burocrático do que o incentivo fiscal ou algum outro retorno financeiro que o governo poderia oferecer.

2.3. Disponibilidade Hídrica

A disponibilidade hídrica está atrelada a dois principais fatores: a quantidade e a qualidade. Alguns elementos que podem influenciar essa disponibilidade tanto quantitativa quanto qualitativamente são a poluição dos corpos d'água causados pela ineficiência dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto (tanto urbanos quanto agrícolas e industriais); a exploração excessiva dos aquíferos; o uso ineficiente da água (falta de incentivo e legislação para o reuso de água); a demanda dos usos agrícolas e industriais que, conforme visto anteriormente, são os maiores responsáveis pelo consumo de água e conseqüentemente pela produção de esgoto no Brasil; e a expansão populacional.

Para Carneiro, et. al (2005), o aumento do número de pessoas nas cidades faz com que a demanda por água potável aumente, porém em uma proporção muito maior do que a disponibilidade hídrica pode acompanhar. Isso se agrava quando a qualidade da água dos mananciais é prejudicada pela

disposição inadequada do esgoto (que também aumenta com a expansão populacional).

Os esgotos que degradam os mananciais podem vir da indústria, da agricultura ou do abastecimento humano, classes que disputam entre si o uso da água e do solo, gerando conflitos de interesse e aumentando ainda mais a demanda desses dois recursos.

O principal problema dos recursos hídricos para Pegorini et. al é a perda de qualidade e redução da disponibilidade causadas pelo aumento a demanda. Esse problema é apresentado na figura 5 por meio de um fluxograma indicando como o aumento populacional pode afetar a disponibilidade de área disponível para o abastecimento público.



FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DO CONFLITO TERRITORIAL ASSOCIADO AO AUMENTO DA POPULAÇÃO

Com o fluxograma, percebemos que o desenvolvimento das cidades traz o aumento da população, da Indústria e da agricultura (para atender às demandas agrícolas da população e das indústrias) na região. Conforme estudado anteriormente, esses são os setores que mais necessitam de água, ou seja, o aumento desses setores implicam numa maior demanda de água, que só será suprida com a construção de reservatórios, exploração de novos mananciais, etc, que conseqüentemente necessitam de uma grande área para

se desenvolver. Como consequência disso, temos a maior demanda de área, tanto para a construção de casas, empresas e indústrias, quanto para a agricultura que vai abastecê-las e conseqüentemente para abrigar os mananciais que irão suprir a necessidade hídrica que aquele desenvolvimento urbano causou.

Além disso, os mananciais, para que sejam adequados e possam ser recarregados em qualidade e quantidade de água, necessitam de uma área de preservação permanente (APP) nas margens dos rios, conforme dispõe o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651, 2012), no artigo quarto.

Entende-se por mata-ciliar a área de preservação permanente formada pela vegetação que se instala ao redor de corpos d'água (córregos, rios, nascentes e represas) (SEMA, 2018). O desmatamento da mata ciliar e o uso incorreto do solo pode causar problemas tanto na qualidade quanto na quantidade de água disponível. Essa problemática é apresentada na figura 6.

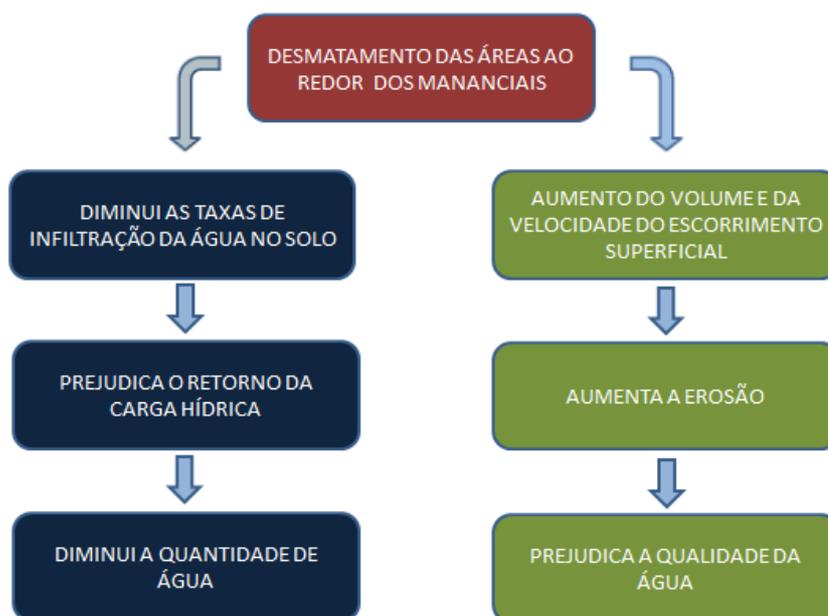


FIGURA 6 - FLUXOGRAMA ASSOCIANDO O DESMATAMENTO À DIMINUIÇÃO DA QUANTIDADE E DA QUALIDADE DA ÁGUA

Agora, explica-se melhor a importância do mantimento das áreas verdes ao redor dos mananciais com o objetivo de manter a disponibilidade hídrica em quantidade e em qualidade. Falando da qualidade, as áreas preservadas nos mananciais ajudam com a infiltração da água no solo, carregando tanto os aquíferos subterrâneos quanto os rios, por escoarem até os corpos d'água e manterem a vazão dos rios, além de auxiliarem na evapotranspiração e

regularizarem o ciclo da água. Quanto à qualidade da água, a vegetação impede a erosão do solo e diminui a velocidade do escoamento superficial, fazendo com que a água que recarrega os corpos d'água sejam de boa qualidade.

2.4. Hidrologia

Os dados principais desse estudo foram retirados do Capítulo 6 – disponibilidade hídrica do Plano da Bacia do Alto Iguaçu da SUDERHSA. Neste documento, foram calculadas, entre outras coisas, as curvas de permanência de vazões médias naturais específicas regionalizadas para avaliar a disponibilidade hídrica dos mananciais superficiais na bacia estudada. Esses dados são de importante uso na identificação das vazões de outorga e no enquadramento das classes dos rios, servindo de base para as outorgas de captação e lançamento.

O método utilizado foi uma adaptação do modelo HG 171, elaborado pelo CEHPAR, que utiliza como vazão de referência a Q95 e retorna as curvas de permanência dentro de um intervalo de confiança através de ferramentas estatísticas.

Esse modelo é descrito no item 3.2. deste trabalho. O documento comprova, ainda, que equação logarítmica encontrada pode ser utilizada para os diferentes tempos de permanência e aplicados aos rios da Bacia do Alto Iguaçu.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área em estudo abrange onze municípios paranaenses que são atendidos pelo Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana - SAIC. São eles: Curitiba, Araucária, Campina Grande do Sul, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, São José dos Pinhais, Almirante Tamandaré e Campo Magro, conforme mostrado na Figura 7.

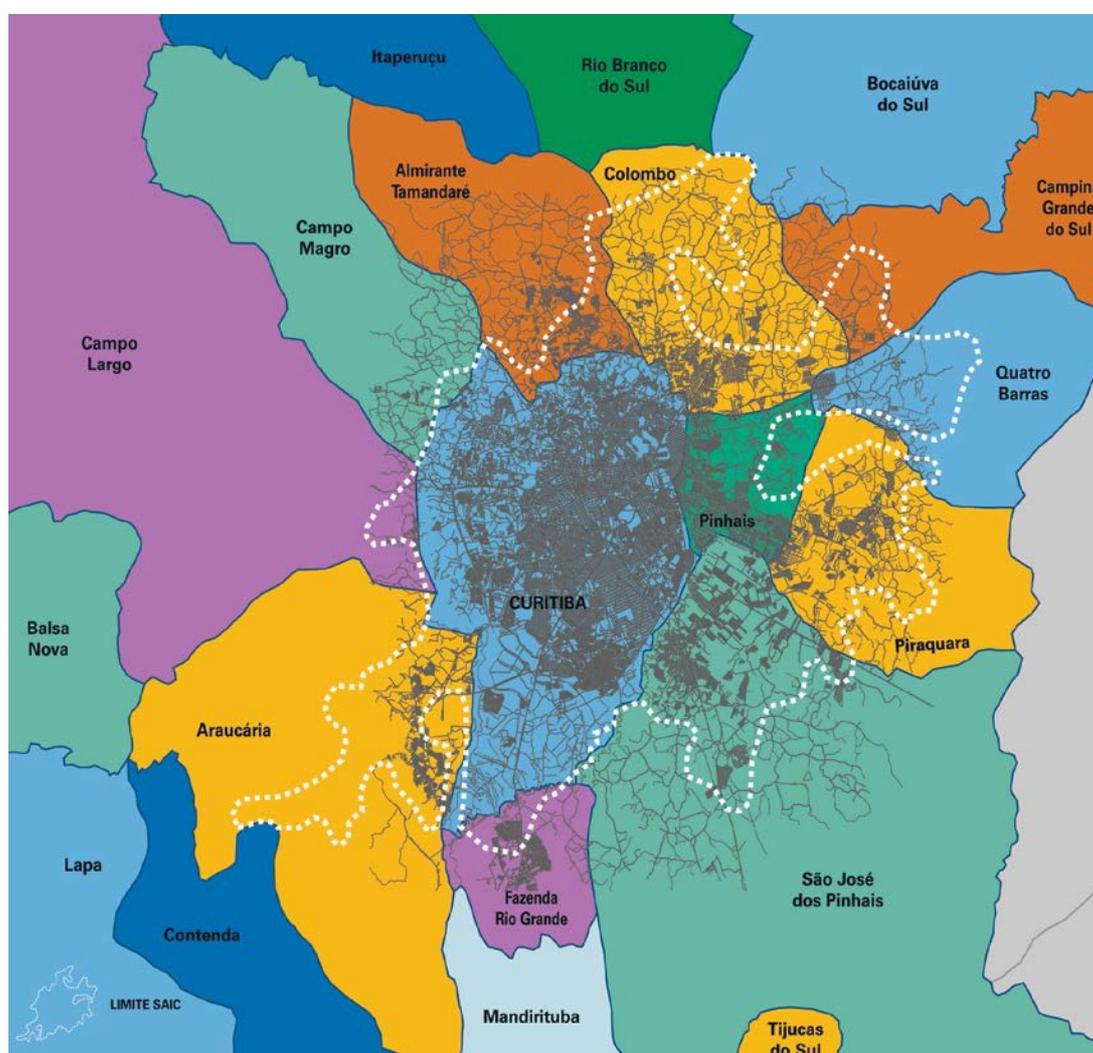


FIGURA 7 – ÁREA DE ESTUDO DO PRESENTE TRABALHO, (ÁREA DENTRO DA LINHA PONTILHADA) CONTENDO A MANCHA URBANA. IMAGEM ADAPTADA DE SANEPAR, 2013.

3.1.2. Abastecimento de água de Curitiba e Região Metropolitana

O abastecimento da cidade de Curitiba, juntamente com outros onze municípios da sua região metropolitana (Araucária, Campina Grande do Sul, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, São José dos Pinhais, Almirante Tamandaré e Campo Magro), se dá através do Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana (SAIC) (Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de água, ANA, 2010).

A localização do cenário atual de produção e tratamento de água, apresentado na figura 8, é dividido em quatro grandes sistemas produtores: Iraí, Iguaçu, Passaúna e Miringuava. Além deles, ainda possuímos os sistemas de pequeno porte (Rio Pequeno, Despique, Palmital e Bordas do Campo), bem como os mananciais subterrâneos (Sistema Karst Colombo, Sistema Almirante Tamandaré, Sistema Capivari, Sistema Campina Grande do Sul, Poço Atuba e Sistema Poço São Marcos), que são descritos na tabela 1. As informações foram retiradas do Plano diretor do SAIC e apresentam as características de cada um dos sistemas superficiais que serão estudados com as previsões de vazão produzida dos sistemas para o ano de 2013.

Vale-se notar que o sistema do Rio Pequeno, conforme observado na figura 8, não está interligado ao sistema de abastecimento integrado. Antigamente esse sistema servia para atender a uma demanda específica da montadora da Renault em São José dos Pinhais e atualmente continua em operação, mas atendendo apenas a uma região específica do município.

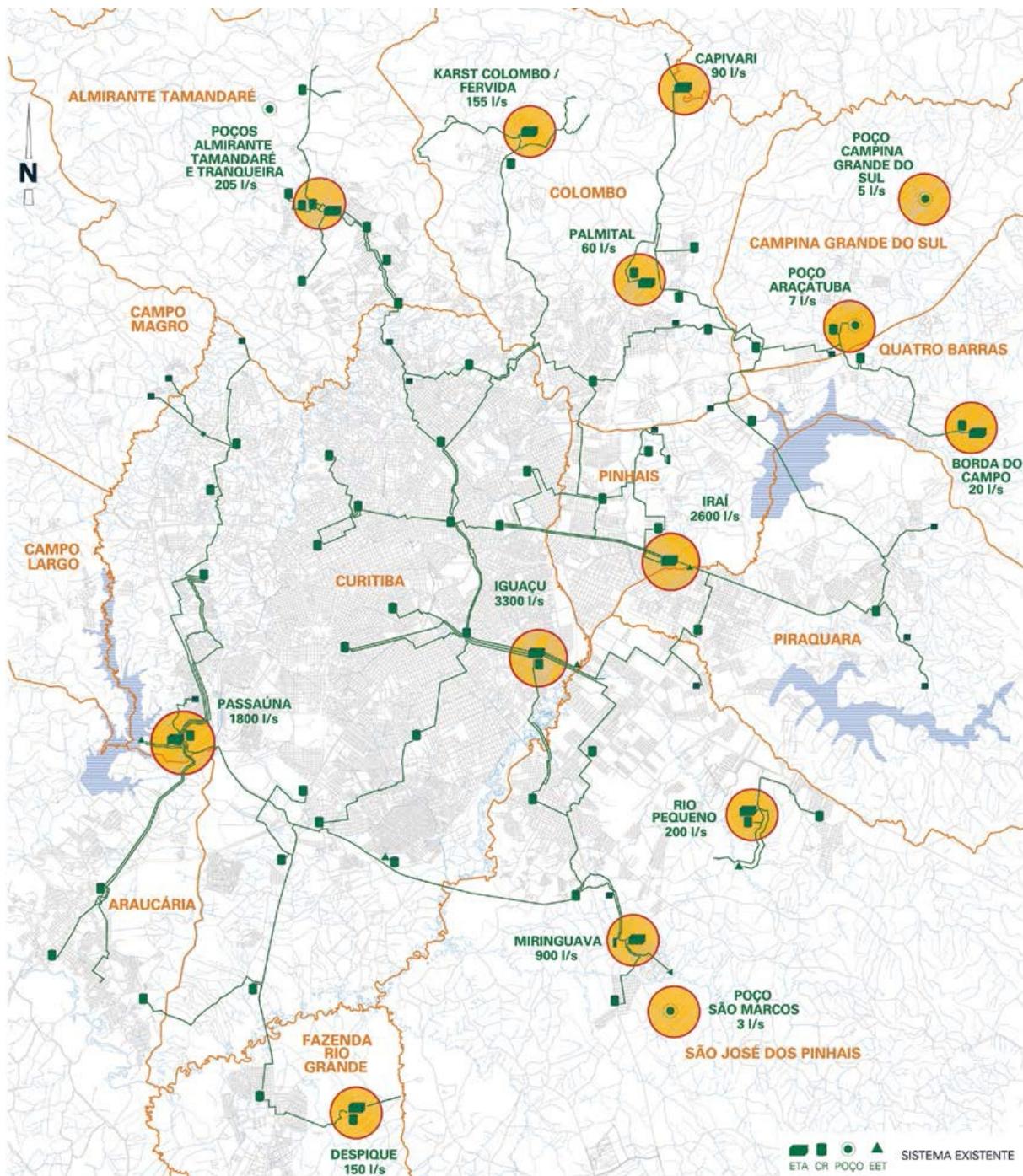


FIGURA 8: SISTEMA DE PRODUÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA DOS MUNICÍPIOS CORRESPONDENTES À ÁREA ESTUDADA. FONTE: SANEPAR (2013)

TABELA 1 - SISTEMA DE PRODUÇÃO DO SAIC.

Dados retirados do Plano Diretor do SAIC (Sanepar, 2010).

SISTEMA	MODO DE CAPTAÇÃO	TIPO DE TRATAMENTO	MUNICÍPIOS ABASTECIDOS	VAZÃO ESTIMADA EM 2013 (l/s)
Iguaçu	Fio d'água	Convencional completo	Curitiba, São José dos Pinhais e Almirante Tamandaré	3600
Iraí	Represa	Completo	Curitiba, Pinhais, Quatro Barras, Campina Grande do Sul, Colombo e Piraquara	3200
Passaúna	Represa	Convencional completo	Curitiba, Araucária, Campo Largo e Campo Magro	1800
Miringuava	Fio d'água	Convencional completo	Curitiba, Araucária, São José dos Pinhais e Fazenda Rio Grande	900
Rio Pequeno	Barragem	Ciclo Completo	São José dos Pinhais	200
Despique	Fio d'água	Convencional completo e ETA Metálica com ciclo completo	Fazenda Rio Grande	150
Palmital	Fio d'água	ETA Compacta com Floco-decantação	Colombo	60
Borda do Campo	Fio d'água	ETA Compacta	Quatro Barras	20

3.2. Metodologia do cálculo das áreas verdes

Para o desenvolvimento deste estudo, será adaptado o método proposto por Scarpim, Mallassa e Andreoli (2016), aplicando-o para o Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba. No trabalho desenvolvido, os autores realizaram um estudo da estimativa de área de manancial conservada necessária para suprir a demanda hídrica do abastecimento público urbano no Estado do Paraná, considerando neste estudo os municípios paranaenses, exceto para aqueles inclusos no SAIC. A motivação deste estudo, inclusive, foi apresentar uma avaliação semelhante para a cidade de Curitiba e região metropolitana a fim de termos dados que incentivem a criação de políticas

públicas unindo a gestão de água juntamente com a gestão do uso do solo para a região mais povoada do Paraná, na bacia do Alto Iguaçu.

De acordo com adaptações do método aplicado por Scarpim, Malassa e Andreoli, temos a seguinte equação:

$$A(\text{Km}^2) = \frac{\text{Vazão captada} \left(\frac{L}{s}\right)}{\text{Vazão específica regionalizada} \left(\frac{L}{s \cdot \text{Km}^2}\right)} \quad [1]$$

Onde,

- A (Km²) – Área de contribuição da bacia que supre àquela vazão captada e que, teoricamente, deveria estar preservada.
- Vazão captada (L/s) – Se considera vazão captada a vazão produzida pelas ETAs (devido ao sistema ser de captação contínua), que serão obtidas através do Plano Diretor do SAIC (Sanepar, 2013). Será feita uma análise de sensibilidade desse dado, devido à variação na população e conseqüentemente na demanda e produção de água para os anos de 2010 a 2040, com as previsões de produção e demanda.
- Vazão específica regionalizada (L/s.Km²) – É um índice dado pela Suderhsa (2007), que representa qual é a vazão por quilômetro quadrado que a bacia consegue contribuir à montante de um ponto de captação. Esse valor, que tem relação direta com a curva de permanência do rio, é dado pela fórmula 2, retirada do documento da Suderhsa (2007). Também será feita uma análise de sensibilidade com esse valor, variando-se a permanência do rio para 95, 60, 38 e 30% do tempo de permanência.

$$Q_{\text{específica regionalizada}}(\text{L/s.Km}^2) = -17,80 \text{ LN} (\% \text{PER}) + 84 \quad [2]$$

Onde, LN é o logaritmo neperiano e %PER é a porcentagem da vazão de permanência do rio.

O valor de vazão específica regionalizada, conforme já apresentado anteriormente, será utilizado para diferentes tempos de permanência adotados, conforme tabela 3. Nesse estudo, serão mostrados apenas os resultados referentes ao tempo de permanência de 95, 60, 30 e 38%.

TABELA 3 - VAZÃO ESPECÍFICA REGIONALIZADA DE ACORDO COM MÉTODO DADO PELA SUDERHSA

Tempo de permanência (%)	Vazão específica regionalizada (L/s.Km²)
95	2,94
60	11,12
38	19,25
30	23,46

3.2.3. Estudo de caso: Bacia do Iraí

Para ilustrar uma maneira de se aplicar os métodos abordados, escolhemos uma região da bacia do rio Iraí para mapear a hidrografia, observar qual é a ocupação urbana e traçar a área de Preservação Permanente que deveria estar sendo preservada, verificando se há área útil suficiente para alocar os seus futuros moradores, respeitando a metragem quadrada de área para o mantimento do manancial.

Após o georreferenciamento da carta topográfica 2842-4 do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG,2006), através do software QGIS 2.18.14, foi escolhida um quadrante de 3x2 que está localizada entre as coordenadas N 7186000 e 7184000 e L 690000 a 693000 do SAD69 fuso 22, conforme figura 7.

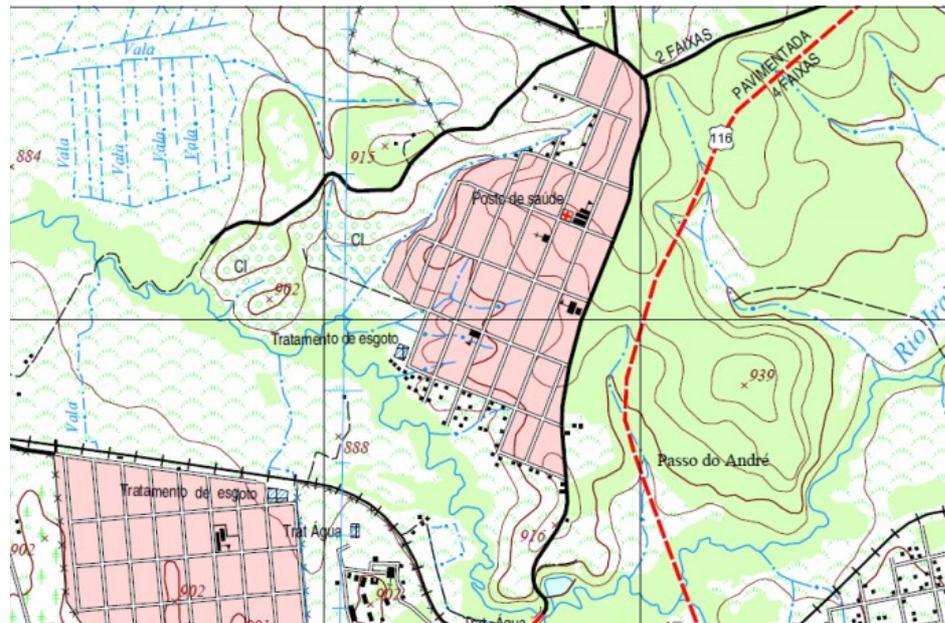


FIGURA 9 - ÁREA ESCOLHIDA NA REGIÃO DO RIO IRAÍ PARA FAZER EXEMPLIFICAR A APLICAÇÃO DO PROJETO

Através do processamento da Imagem, pode-se produzir um mapa que resalta a sua hidrografia, a malha urbana, as principais rodovias e a área verde necessária ao redor dos rios.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultados para a Bacia do Alto Iguaçu

Como resultado da metodologia aplicada, produziu-se a tabela 4, onde possui-se o valor das áreas de manancial calculadas para diferentes tempos de permanência, utilizando-se a previsão de produção de água para os anos de 2010 a 2040. Esses valores foram calculados de acordo com a previsão da produção de água total da bacia do Alto Iguaçu estimada pelo plano diretor do Saic (2010). Percebe-se que as áreas de manancial necessárias são diretamente proporcionais ao tempo de permanência dos rios, ou seja, quanto maior o tempo de permanência (em porcentagem), maior a área necessária para que os mananciais contribuam para atender àquela vazão porque a vazão aumenta. Isso implica que, quanto mais restritiva a legislação para com as outorgas do uso da água, maior será a área de manancial (que deveria estar sendo preservada) necessária para o carregamento hídrico do rio. Com isso, reforça-se a ideia já descrita por Pegorini et. al (2005) de que a gestão da água deveria estar acoplada à gestão do uso do solo. O tempo de permanência de 38% foi escolhido porque representa o tempo de permanência médio das bacias do Alto Iguaçu.

Com os dados da tabela 4, produziu-se o gráfico 2.

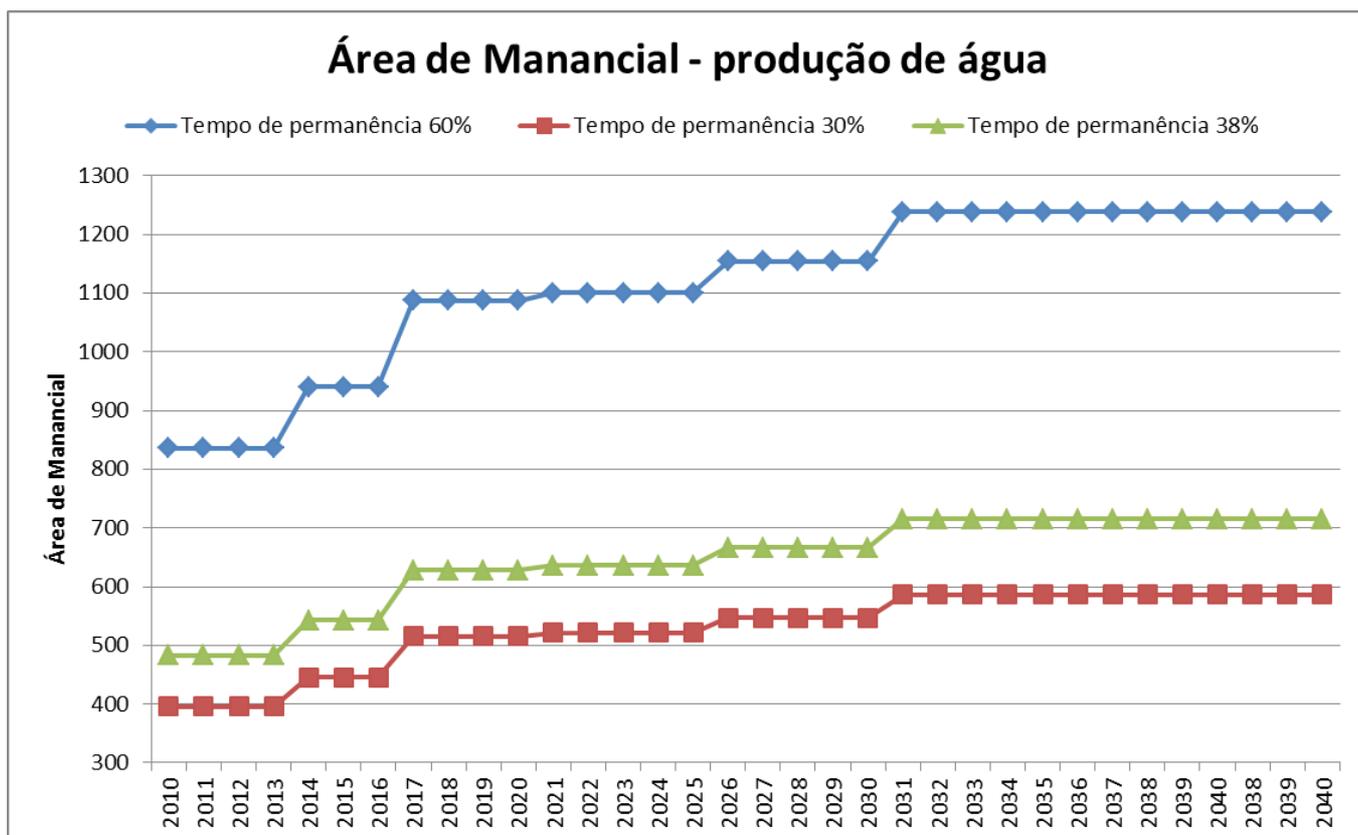


GRÁFICO 1 - ÁREA CALCULADA PARA DIFERENTES TEMPOS DE PERMANÊNCIA COM DADOS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA

Analisando a tabela 4, nota-se que a área necessária que abasteceria a produção de água de todo o sistema do Alto Iguaçu em 2040 para a permanência de 38% do tempo é de 715 Km². Isso representa 24% da área de toda a bacia.

Com os dados de demanda média de água, produziu-se a tabela 5 e o gráfico 2.

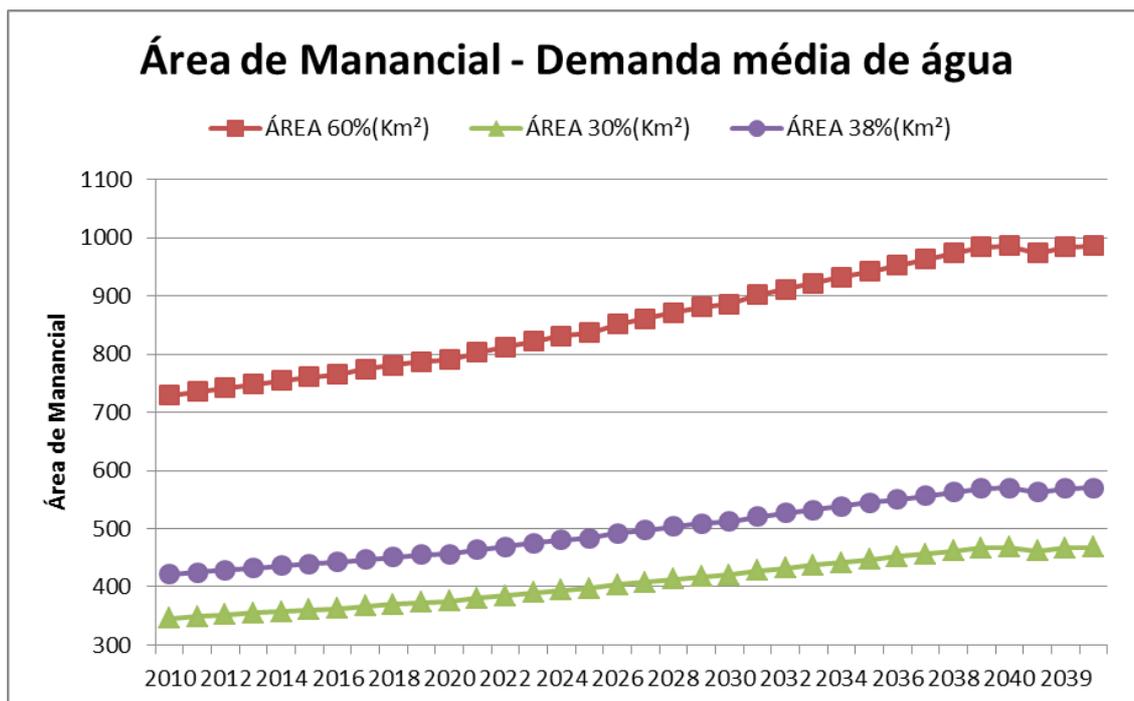


GRÁFICO 2 - ÁREA CALCULADA PARA DIFERENTES TEMPOS DE PERMANÊNCIA COM DADOS DE DEMANDA DE ÁGUA

Com os dados da tabela 2, produziu-se o gráfico 3. Comparando-o com os Gráficos 1 e 2, percebe-se que a curva de área preservada com os dados de produção de água é equivalente à curva da produção de água e os dados da curva de área preservada com a demanda de água se assemelha à curva de demanda de água. Isso implica que a área necessária para suprir o manancial com a vazão desejada aumenta com a população, assim como a produção de água, nos trazendo novamente a um conflito entre disponibilidade hídrica e uso do solo.

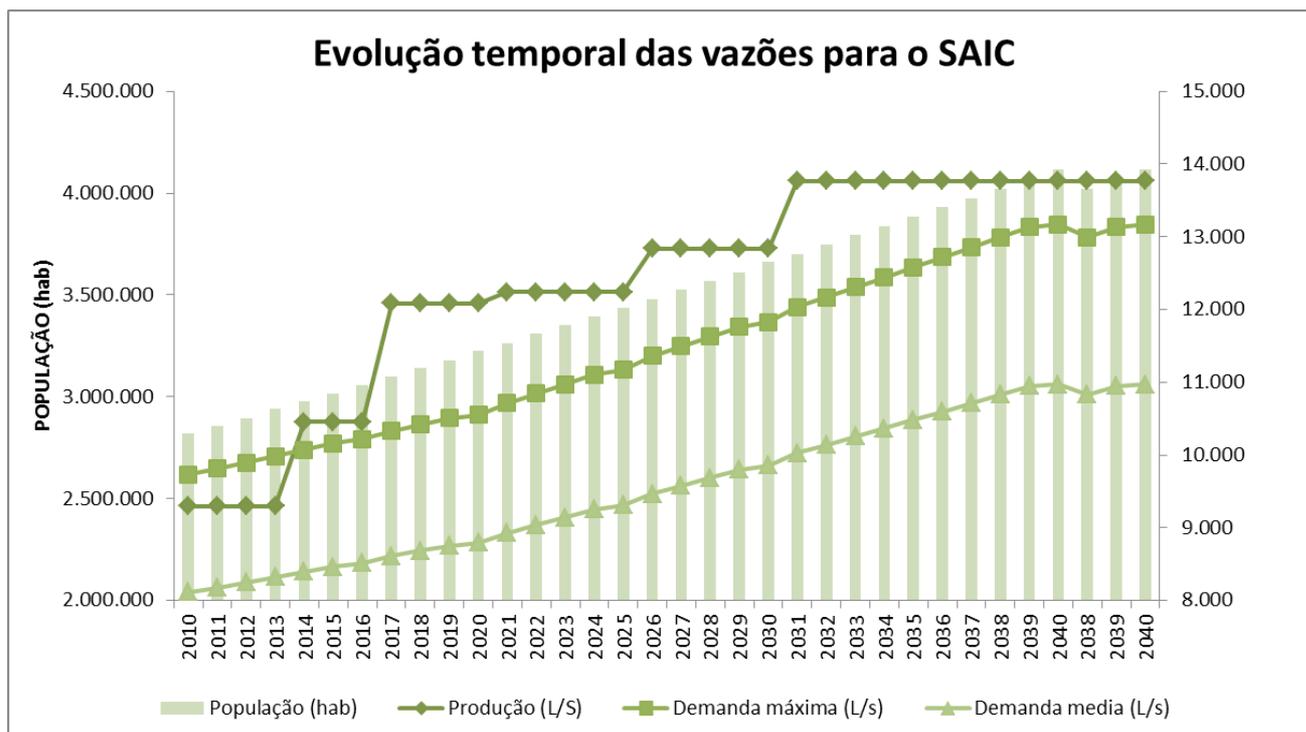


GRÁFICO 3 - DADOS DO PLANO DIRETOR DO SAIC

4.2. Análise de cenário para cada sistema produtor

Nesta análise, observou-se apenas os dados de 2013 com os valores apenas da captação superficial (sem considerar poços ou águas subterrâneas).

No cálculo das áreas para cada sistema considerado, foi utilizado o valor de 19,25 L/s.km² para vazão específica regularizada, que é o valor médio para a Bacia do Alto-Iguaçu referente a um tempo de permanência de 37,99% de acordo com SUDERHSA (2007) e com estudos de PORTO et al. (2007). Os resultados das áreas verdes necessárias no SAIC em 2013 são apresentados na Tabela 3.

TABELA 6 - ÁREA VERDE NECESSÁRIA NO SAIC EM 2013

PRODUÇÃO DE ÁGUA (l/			
ETA Iguaçu			
ETA Iraí			
ETA Passaúna			
ETA Miringuava			
ETA Rio Pequeno			
ETA Palmital			
ETA Descalvado			

Se observarmos o total de área verde que necessitamos manter preservada em todos os municípios integrantes do SAIC (515,84 Km²) e compararmos com o somatório da área de todos os municípios integrantes (3642,90 Km²), concluímos que mais de 14% da área total (se juntarmos todos esses municípios) deveria ser destinada apenas para a preservação de áreas verdes ao redor dos mananciais.

Uma análise mais detalhada da disponibilidade de área verde implica em identificar o atual uso e ocupação do solo na questão de áreas rurais, ou seja, áreas ainda possíveis de serem destinadas à preservação. Assim, através dos Cadernos Municipais (IPARDES, 2012), foi criada a Tabela 6, onde se considerou como área rural, aquelas formadas pelos estabelecimentos agropecuários descritos pela instituição. Essa área rural foi considerada aquela passível acolhimento dos mananciais e sua devida preservação ao redor.

TABELA 7 - ÁREA RURAL DOS MUNICÍPIOS DO SAIC (Fonte: IPARDES, 2012)

MUNICÍPIO	Área Rural (Km ²)
Curitiba	27
Araucária	258
Campina Grande do Sul	351
Colombo	73
Fazenda Rio Grande	38
Pinhais	28
Piraquara	55
Quatro Barras	71
São José dos Pinhais	371
Almirante Tamandaré	22
Campo Magro	65
TOTAL	1358,51

Observamos que a área que este trabalho calcula apenas para preservação ao redor dos mananciais representa 38,7% de toda área rural disponível na região e 18,2% do total da área da Bacia do Alto Iguaçu. Considerando o atual desenvolvimento econômico na área rural da Região Metropolitana de Curitiba, seria inviável destinar praticamente 40% dessa área para proteção dos mananciais.

Ainda, é importante destacar que as áreas aqui consideradas seriam aquelas possíveis de serem destinadas à preservação, contudo, sua alteração de uso implicaria em realocação de pessoas e potenciais conflitos econômicos e de uso do solo.

O mapa produzido através do ArqGis está representado na figura 10 e é uma representação de como essa área verde deveria estar distribuída na região em questão. Utilizou-se o padrão de 30 metros ao redor dos rios e 50 metros ao redor das nascentes. Como observado, algumas regiões que deveriam estar sendo preservadas já estão dominadas pela urbanização. Se

considerarmos ainda os dados de expansão populacional da COMEC (Figura 11) o quadro fica ainda mais complexo e mais áreas que deveriam estar sendo preservadas serão ocupadas pela urbanização.

ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM UMA REGIÃO DE PIRAQUARA

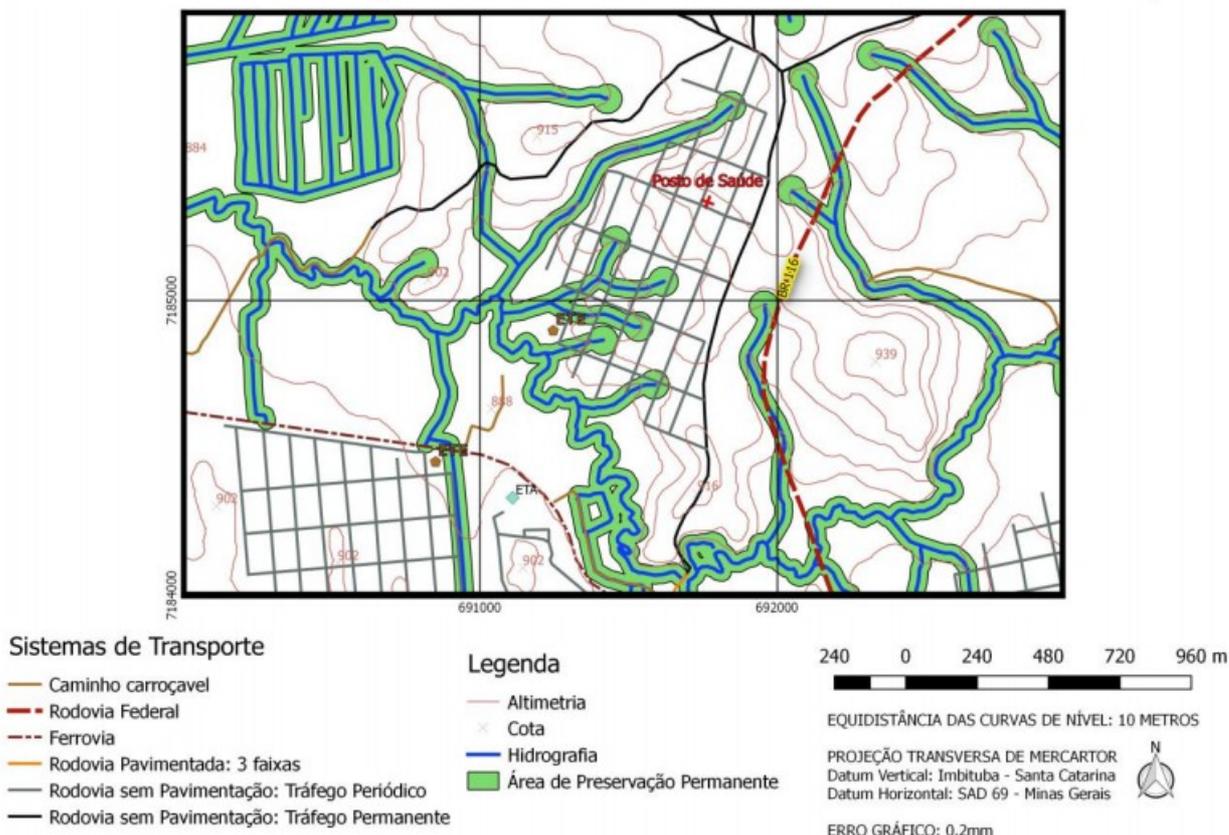


Figura 10 - MAPA GERADO EXPONDO A ÁREA NECESSÁRIA AO REDOR DO MANANCIAL

Comparando a Figura 11 com a Figura 8, percebe-se que os locais que mais sofrem pressão de expansão populacional são os que alocam os mananciais de abastecimento que suprem a população. O número de pessoas vai aumentar, essas pessoas vão migrar para as regiões metropolitanas, e a sua alocação acarretará em cada vez menos disponibilidade de área ao redor dos mananciais.

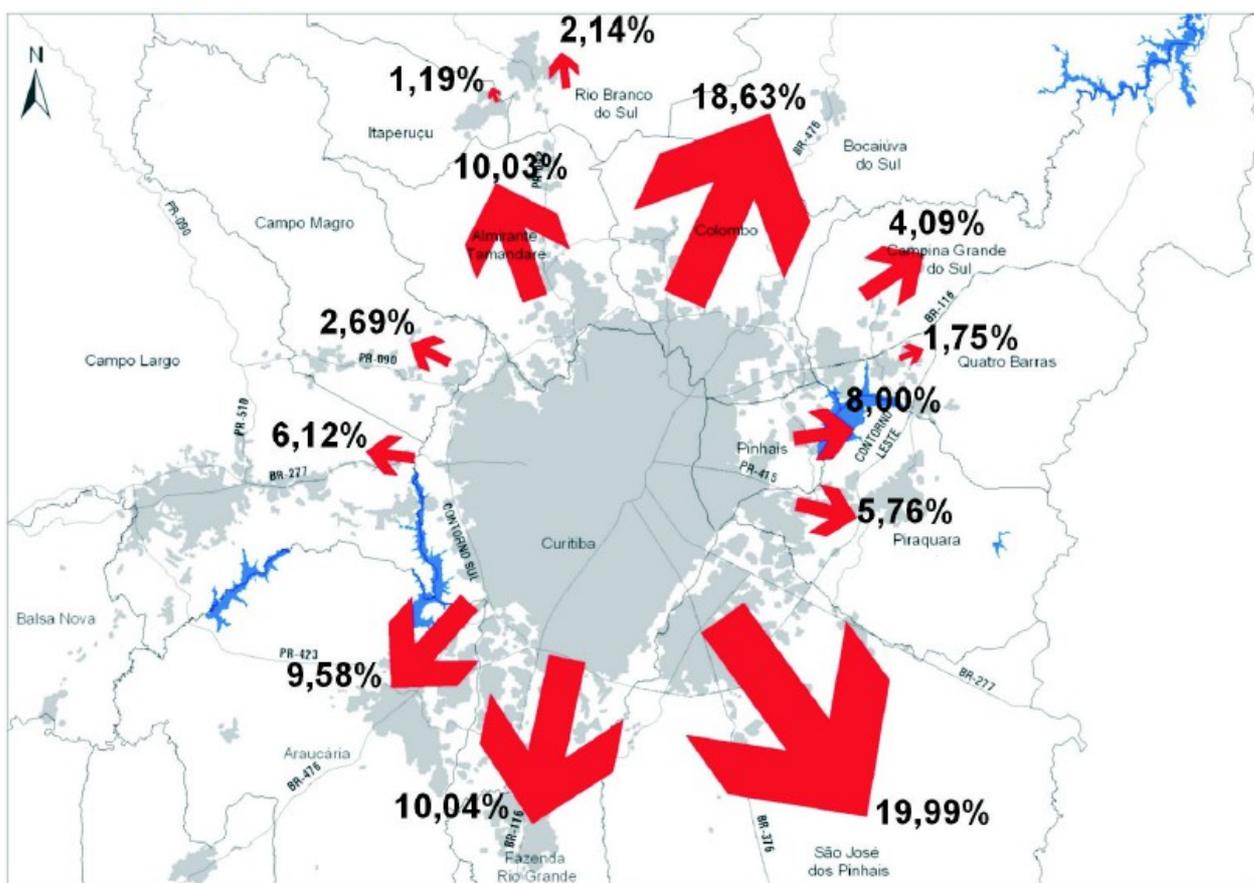


FIGURA 11 – MAPA RELACIONANDO OS VETORES DE EXPANSÃO/PERCENTUAL DE ACRÉSCIMO POPULACIONAL 2000-2020, ADAPTADO DO ESTUDO DA COMEC, 2006

Como consequência desse conflito de interesses em relação ao uso do solo, podemos citar a realocação de pessoas que já estão instaladas nos locais de mananciais e a pressão de empresas e indústrias, o que leva este conflito para o âmbito sócio-econômico.

A respeito dessa questão, sugere-se políticas de proteção aos mananciais, visando conservar as áreas rurais destinadas a isso; medidas mitigadoras com relação à urbanização já instaladas em áreas que deveriam ser preservadas; o incentivo fiscal em locais em que a urbanização já está consolidada, com o objetivo de afastar o crescimento populacional das regiões de mananciais; e por fim, utilizar-se das práticas já conhecidas do reuso de água, diminuição dos efluentes industriais (visando uma boa qualidade de água bruta para não sobrecarregar o sistema de tratamento), diminuição do consumo, etc.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo avaliar a necessidade de área verde ao redor dos mananciais que abastecem o SAIC de acordo com a demanda e produção de água.

Com os resultados, observa-se que as curvas de demanda e produção de água são equivalentes às curvas de demanda de área para manter esse sistema de abastecimento.

Com um estudo de caso detalhado para cada sistema de produção de água dentro da Bacia do Alto Iguaçu, percebeu-se que uma área de aproximadamente 526Km² seria necessária para manter os padrões hídricos em quantidade e qualidade desses sistemas, o que representa 14% do total da área dos municípios e 38% das áreas em região rural. Com isso, é possível concluir que é inviável manter ou reestruturar a área verde necessária para a Bacia do Alto Iguaçu no atual contexto de uso e ocupação do solo, o que acarreta em uma piora na água bruta disponível nos mananciais de abastecimento.

A expansão urbana agrava essa questão, pois a área disponível nas regiões rurais diminui com o aumento da urbanização, acarretando em conflitos ainda maiores de ocupação e uso do solo.

A solução para a degradação dos mananciais e da disponibilidade hídrica, conforme já proposto por PEGORINI et. al (2005), é a gestão integrada da água e do uso do solo. Propõe-se incentivos de reorganização urbana e descentralização com o objetivo de garantir a disponibilidade de água e solo atual e futura. Com o objetivo de ampliar (ou atender) à demanda de água sem que se necessite buscar novos mananciais ou ampliar a captação dos mananciais existentes, propõem-se programas de gestão da demanda e de controle de perdas no abastecimento.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (ANA & EMBRAPA). **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil: ano-base 2013**. Acordo de Cooperação Técnica 012/2013. Disponível em:

<<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=e2d38e3f-5e62-41ad-87ab-990490841073>> . Acesso em: 20 jun. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de água**. ANA, 2010. Disponível em:

<<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=7>>.

Acesso em 03 jun. 2017.

ANDREOLI, C.V.; HOPPEN, C.; PEGORINI, E.S.; DALARMI, O.; **A Crise da Água e os Mananciais de Abastecimento**. In: ANDREOLI, C. (Ed). *Mananciais de Abastecimento: Planejamento e Gestão*. Curitiba: Sanepar Finep, 2003.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Plano Diretor SAIC: Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana**. Curitiba: Sanepar, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 377, 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 efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 410/2009 e pela 430/2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17-03-

2005, do conselho nacional do meio ambiente- CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

CONSELHO NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS – CNRH. **Resolução nº18, de 21 de março de 2005**. Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Publicada no DOU em 26/07/2005. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: 21 jun. 2017.

CONSELHO NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS – CNRH. **Resolução nº54, de 28 de novembro de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Publicada no DOU em 09/03/2006. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: 21 jun. 2017.

COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. **Plano de desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba: proposta de ordenamento territorial e novo arranjo institucional**. Curitiba: COMEC, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **O Brasil Município por Município**. Censo 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/>>. Acesso em: 19 jun. 2017.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Base Ambiental**. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=26>. Acesso em 23 jun. 2017.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Base Ambiental**. Disponível em: <

http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=30>.

Acesso em 23 jun. 2017.

JACOBS, G. A.; RIZZI, N. E. **O uso dos mananciais da RMC de Curitiba: A ocupação do espaço físico da Bacia do altíssimo Iguaçu**. In: ANDREOLI, C. (Ed). Mananciais de Abastecimento: Planejamento e Gestão. Curitiba: Sanepar Finep, 2003.

JACOBS, G.A., **Evolução dos remanescentes florestais e áreas protegidas do estado do Paraná**. In: Revista Educação e Tecnologia. Curitiba: Editora CEFET-PR. N 8, 1999.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 442.1981.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>> Acesso em: 22 jun. 2017.

Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Até 2050, um bilhão de pessoas viverão em cidades sem água suficiente, diz Banco Mundial**. Publicado em 20/03/2015. Disponível em:

<<https://nacoesunidas.org/ate-2050-um-bilhao-de-pessoas-viverao-em-cidades-sem-agua-suficiente-diz-banco-mundial/>> . Acesso em 21 jun. 2017

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Pronunciamento online “**A ONU e a Água**” Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em 21 de jun. 2017.

PARANÁ. **Lei nº 12248, de 31 de julho de 1998**. Cria o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da RMC.

PORTO, M. F.A.; FERNANDES, C. V. S.; KNAPIK, H. G.; FRANÇA, M. S.; BRITES, A. P. Z.; MARIN, M. C. F. C.; MACHADO, F. W.; CHELLA, M. R.; SÁ, J. F.; MASINI, L. (2007) **Bacias Críticas: Bases Técnicas para a definição de Metas Progressivas para seu Enquadramento e a Integração com os demais Instrumentos de Gestão**. Curitiba: UFPR – Departamento de Hidráulica e Saneamento. (FINEP/ CT-HIDRO).

PROGRAMA DAS AÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório do desenvolvimento humano 2006: A água pra lá da Escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água**. USA: New York, 2006.

SCARPIM, L.; MALLASSA, C.; ANDREOLI, C. V. **Estimativa de Área de Manancial Conservada para Suprir a Demanda Hídrica do Abastecimento Público Urbano no Estado do Paraná**. In: XIV Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia Ambiental (Eneeam), 14, 2016. Brasília – DF. Anais. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/estimativa-de-rea-de-manancial-conservada-para-suprir-a-demanda-hidrica-do-abastecimento-pblico-urbano-no-estado-do-paran-23977>>. Acesso em: 03/03/2017.

SEMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Programa Mata-Ciliar**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=220>> Acesso em 27/06/18.

SNIRH – SISTEMA NACIONAL DE INFORMACOES DE RECURSOS HÍDRICOS. **Acesso Temático**. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico>>. Acesso em 22 jun. 2017.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Disponibilidade Hídrica Quantitativa e**

Qualitativa. In: Plano da Bacia do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira: Relatório de Diagnóstico. Curitiba: Suderhsa, 2007. Disponível em: <<http://www.recursohidricos.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>> Acesso em: 10 jun. 2017.

TUCCI, C.E. Urban Waters. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n. 63, p. 97-112, 2008.