

RECURSOS HÍDRICOS

ESTIMATIVA DE ÁREA DE MANANCIAL CONSERVADA PARA SUPRIR A DEMANDA HÍDRICA DO ABASTECIMENTO PÚBLICO URBANO NO ESTADO DO PARANÁ.

Luiza Scarpim – scarpim.lu@gmail.com
PUC-PR

Camila Mallassa – cmallassa@gmail.com
Sanepar/UFPR

Cleverson Vítório Andreoli – cleverson@andreoli.eng.br
Mestrado em Governança e Sustentabilidade – ISAE / Andreoli Engenheiros Associados Ltda

Resumo: A crescente degradação de ambientes naturais torna urgente a busca por modelos de Gestão de Recursos Hídricos que garantam a qualidade e a quantidade da água de distribuição para abastecimento público. Este estudo estima a quantidade necessária de área manancial conservada no estado do Paraná para garantir o abastecimento de água demandado pela população e também estima a área conservada por habitante, baseando-se em dados demográficos, de consumo e nas atuais normas vigentes. A área verde conservada por habitante do estado do Paraná foi calculada em 760 m²/hab, sendo a área total de manancial estimada em 4228 km². O diagnóstico territorial apresentado oferece suporte a análise da situação hídrica do Estado do Paraná delimitando, em seis intervalos de classe definidos, as áreas calculadas de manancial *per capita* que deveriam se manter conservadas para atender a demanda de cada município, considerando ainda a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica que cada manancial de abastecimento encontra-se inserido.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Área manancial, bacias hidrográficas, demanda hídrica.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A aceleração do desenvolvimento urbano se deu a partir da segunda metade do século XX, quando houve um aumento progressivo na concentração de pessoas em pequenos espaços urbanos, e gerou a disputa pelos mesmos recursos naturais, principalmente a terra e a água. A degradação crescente das áreas de manancial causa uma redução na disponibilidade de água segura para a população, o que por sua vez, possui relação direta com a preservação do espaço territorial no qual esta água é captada (TUCCI, 2008).

A utilização múltipla da água determina a necessidade de se dispor de um modelo efetivo de gestão dos recursos hídricos para que a população tenha um abastecimento público garantido em termos de qualidade e quantidade. As propriedades de diluição e solubilização da água aliadas a características hidrológicas locais refletem qualitativamente e quantitativamente no abastecimento público urbano, o que torna fundamental a instituição da bacia hidrográfica como unidade de planejamento considerando a disponibilidade hídrica de cada região (LEAL, 1998).

As bacias utilizadas como manancial de abastecimento exigem uma exploração criteriosa, de forma que o seu uso seja compatível com a sua vocação mais importante: a oferta de água de boa qualidade. Isto significa que estas áreas devem possuir um planejamento e manejo diferenciado, que explore seu potencial ambiental, mas que primeiramente oriente seu uso e respeite suas limitações (PORTO, 2008).

O estado do Paraná mostrava-se no final do século XX como o estado detentor de um potencial ilimitado de recursos. A exploração sistemática e a dinâmica de ocupação acarretou na disseminação das culturas agrícolas em substituição à mata nativa, levando a redução da cobertura vegetal a níveis alarmantes (JACOBS, 1999).

Maack (1981) descreveu a redução dos remanescentes florestais do estado com detalhes a momentos históricos da ocupação. Em 1895, a superfície florestal do estado era equivalente a 83,43% da superfície do estado. Em 1930 a superfície se reduziu a 63,8% e sucessivamente a 23,92% em 1965. Em mapeamento dos remanescentes florestais arbóreos do estado do Paraná de imagens disponibilizadas pela Google, Accyolli (2013) demonstra que em 2011 a cobertura vegetal do estado era de 18,53%.

Diante desta temática, percebe-se a necessidade do desenvolvimento de parâmetros ambientais relevantes que indiquem a necessidade da área de manancial conservada para atender a demanda de recurso hídrico para o abastecimento público da população urbana do estado do Paraná.

O presente estudo objetiva analisar dados de demanda hídrica por mananciais superficiais de 388 municípios paranaenses, a fim de estimar a área de manancial que deve ser conservada para garantir o abastecimento de água potável demandada por habitante da população urbana do Estado do Paraná. Este trabalho tem o objetivo precípuo de estabelecer um panorama hídrico do estado, apontando os impactos do crescimento populacional, consumo de água e uso e ocupação do solo sobre a qualidade dos recursos hídricos.

2. METODOLOGIA

A área de estudo abrange 388 dos 399 municípios do Estado do Paraná (Brasil), referentes ao Censo Demográfico IBGE (2010). Os onze municípios não contabilizados – Curitiba, Araucária, Campina Grande do Sul, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, São José dos Pinhais, Almirante Tamandaré e Campo Magro – pertencem ao SAIC (Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana), cujo dado de abastecimento de água fornecido pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) é incompatível aos dados de consumo analisados para todos outros municípios, que detêm sistemas isolados de captação de água superficial. Visto que a inclusão dos municípios do SAIC diminuiria o grau de detalhamento do trabalho, optou-se por não considerá-los.

A estimativa de demanda de área manancial conservada – caracterizada como um indicador ambiental – foi analisada a partir do cenário de consumo referente ao ano de 2013. Utilizou-se dos dados de volume aduzido por captações superficiais de água por município, que foram relacionados à vazão específica das bacias e outras variáveis intervenientes.

Entre as variáveis intervenientes neste cálculo estão a vazão aduzida de mananciais superficiais (considerando as perdas de distribuição do sistema), a Q₉₅ de todos os mananciais de captação e a vazão específica média das bacias hidrográficas do estado. Entende-se por Q₉₅ a vazão natural com permanência de 95% do tempo numa seção de um corpo hídrico, a ser utilizada como indicador de vazão mínima (SUDERHSA 2006).

2.1. Estimativa de área verde preservada para abastecimento de água do município

Vazão aduzida de água por município

O volume aduzido de água acumulada por município foi obtido na SANEPAR, proveniente do Sistema de Informações da Sanepar (SIS, 2013). O volume total considerado contabiliza a água de poços, as minas e os mananciais superficiais no ano de 2013. Sendo assim, subtraiu-se o volume aduzido de poços, este discriminado nos Diagnósticos do Plano Municipal de Saneamento Básico de cada município, também fornecidos pela Companhia. O volume encontrado por município em litros, dividido pelo dado temporal (anual, referente ao ano de 2013 em segundos), resulta na vazão em litros por segundo.

Para avaliar o consumo dos 46 municípios que no ano de 2013 não eram atendidos pela rede de abastecimento da Sanepar, foram utilizados os dados do Atlas de Abastecimento da Agência Nacional de Águas (ANA, 2007) de demanda de água. A demanda hídrica por município também está discriminada em águas de mananciais superficiais e subterrâneos. Os valores utilizados no trabalho foram de demanda hídrica superficial projetados para 2013, em litros por segundo.

Estimativa de área de manancial conservada para o abastecimento de água potável do município

A estimativa da área verde conservada necessária para suprir o consumo/demanda dos municípios abastecidos pela Sanepar é aferida pela relação entre a vazão aduzida e a vazão específica regionalizada da dada bacia hidrográfica na qual se inserem as estações de tratamento de água de cada município do escopo do estudo.

Considera-se a área da bacia de drenagem, na qual está localizado o córrego de captação. A vazão outorgável é calculada considerando 50 % da Q_{95} com base numa vazão específica regionalizada em $L/s.km^2$ disposta no Atlas da SUDERHSA (1998). Os dados de vazões específicas regionalizadas de todos os corpos hídricos de abastecimento dos municípios atendidos pela rede da Sanepar foram obtidas pelo método HG-171 da SUDEHRS (2001). Este método define a vazão que pode ser retirada por quilômetro quadrado do manancial de abastecimento, respeitando as áreas de contribuição da bacia. Para a estimativa da vazão específica dos municípios não atendidos pela rede de água da SANEPAR considerou-se os dados da vazão específica média dos respectivos planos de bacia hidrográfica.

O valor de vazão aduzida (L/s), dividido pela vazão específica regionalizada Q_{95} ($L/s.Km^2$), resulta na área de manancial (Km^2), que supre a demanda hídrica do município.

Cálculo da necessidade de área verde per capita

Foram usados os dados populacionais por município do senso demográfico IBGE (2010). A área conservada *per capita* foi calculada para cada município, através da divisão da área verde de abastecimento pelo número de habitantes obtendo-se, assim, o indicador de Área conservada *per capita* para captação – A_a (m^2 / hab).

O resultado da área verde *per capita* para os municípios foi processado pelo programa ArcView® versão 10.2. Utilizaram-se os dados de divisas municipais da base geodésica do IBGE (2010), o qual está projetado no Sistema de Coordenadas Polícônicas e *datum* horizontal SIRGAS 2000. Foram criados cinco intervalos de valores do indicador para

subsidiar a análise dos resultados por município, classificando-os de acordo com a quantidade de metros quadrados necessários de área verde para cada habitante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo resultou em uma tabela que relaciona cada um dos 388 municípios estudados com o seu devido índice de área manancial que necessita ser conservada *per capita*. Com esta tabela foi elaborado o mapa apresentado na Figura 1. Definiu-se com cinza escuro os municípios não contabilizados no estudo (pois pertencem ao SAIC) e com a cor verde os municípios que ainda não são abastecidos por mananciais, ou seja, utilizam-se de métodos de captação não superficiais, como poços e caixas de água artesanais para suprir sua demanda hídrica.

Os municípios que foram contabilizados no estudo e que são, ao menos em parte, abastecidos por águas captadas de mananciais superficiais, e consequentemente necessitam de área verde conservada para manter a qualidade da água utilizada, estão apresentados em graduações da cor vermelha. Quanto mais claro o tom, menor a quantidade de área verde necessária por habitante para manter a qualidade do abastecimento. Como foram seis tons de vermelho, pode-se classificar do mais claro para o mais escuro como muito baixo, baixo, médio, alto, muito alto e crítico, sendo este último aplicável a apenas 2 municípios.

3.1. Análise Geral

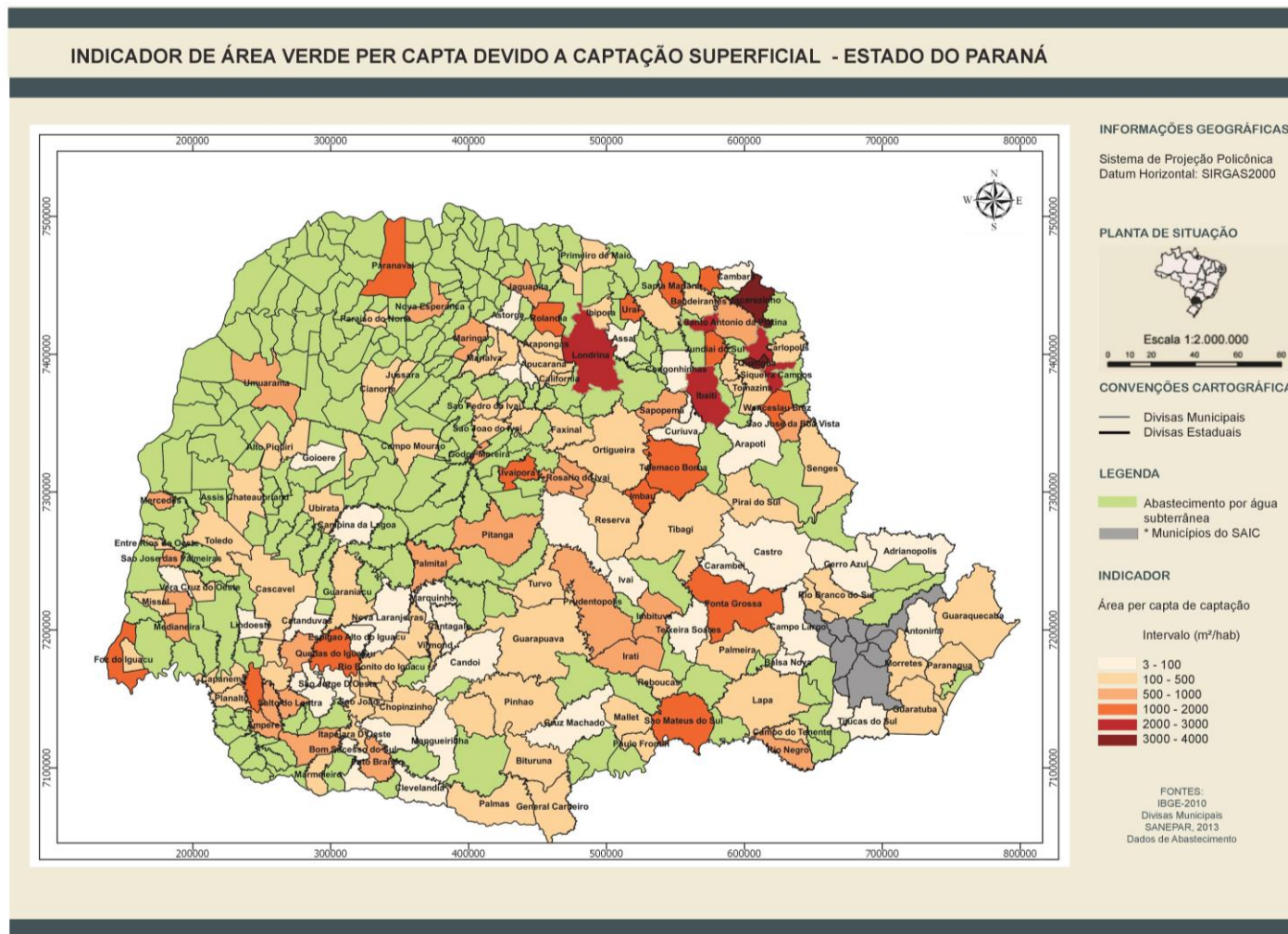
Os 225 municípios do Paraná que ainda utilizam águas subterrâneas para suprir sua demanda hídrica representam a maior parte, em número, dos municípios do estado. Destes, porém, apenas oito municípios possuem população com mais de 25 000 habitantes, caracterizando regiões não necessariamente rurais, mas predominantemente pequenas.

Das demais classificações, para os 163 municípios atendidos por mananciais superficiais, destes: 42 municípios possuem área *per capita* de captação na faixa entre 0 e 100 m²/hab; 71 municípios entre 100 e 500 m²/hab; 25 municípios entre 500 e 1000 m²/hab; 18 municípios entre 1000 e 2000; 5 municípios entre 2000 e 3000 m²/hab; e 2 municípios com área *per capita* maior que 3000 m²/hab.

O resultado final médio de área verde conservada para um habitante do estado do Paraná foi calculado em 760 m²/hab, sendo a área total de manancial que necessita ser conservada no estado estimada em 4228 km². Dos municípios analisados, 34 apresentam valores do indicador acima da média estimada para o estado. Destes, apenas 10 encontram-se no intervalo entre 500 e 1000 m²/hab: Santa Izabel do Oeste, Imbituva, Godoy Moreira, Três Barras do Paraná, Umuarama, Sapopema, Medianeira, Rio Branco do Ivaí, Irati e Pitanga. O restante dos municípios com área *per capita* superior à média está integralmente inserido nos três intervalos superiores, identificados pelas cores laranja (alto), vermelha (muito alto) e bordô (crítico), conforme Mapa temático da Figura 1.

Visto que o estado possui área territorial aproximada em 199554 km², e que Accyolli (2013) demonstra que em 2011 a cobertura vegetal do Estado era de 18,53%, representando uma área de 36977 km², entende-se para efeito comparativo que para os 5.595.254 habitantes atendidos por mananciais superficiais, a área verde *per capita* disponível do estado seria de 6609m²/hab, apontando uma média excedente aos resultados encontrados para os municípios do estado do Paraná.

Figura 1: Mapa do Paraná classificado segundo o índice "Área per capita de captação"



*Para melhor visualização do mapa, favor abrir o arquivo em PDF submetido com este texto para que se mantenha o tamanho e qualidade original.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual padrão de consumo da população urbana, associado ao desperdício da água em diversos setores, acentua o desequilíbrio da relação entre a disponibilidade hídrica e a demanda de água de boa qualidade. Este desequilíbrio é apontado neste estudo pelos municípios com área conservada *per capita* estimada entre os intervalos de 1000 a 4000 km². Isto revela a necessidade e importância do desenvolvimento e monitoramento de indicadores ambientais de maneira a prever e assegurar a potabilidade da água distribuída para a população.

Os resultados apresentados materializam a relação entre o consumo da população paranaense e a oferta de água que a região hidrográfica oferece, tendo em vista o padrão de vazão outorgável adotado pelo estado do Paraná. Vale destacar, que este estudo não avalia a efetividade do padrão de vazão outorgável, apenas adota-o como variável certa.

A análise territorial apresentada oferece suporte à Gestão de Recursos hídricos, pois o panorama aponta gradualmente as faixas de valores estimados de área verde conservada *per capita* para os limites municipais analisados, indicando portanto os municípios com resultados alarmantes. Estes, que normalmente carecem de políticas públicas em favor da educação ambiental e projetos de infraestrutura em saneamento mais eficientes.

O Paraná tem muito a evoluir na questão de Saneamento, considerando-se principalmente que grande parte dos municípios ainda utiliza formas precárias de captação. Uma das maneiras de se justificar este fato é que as cidades que não são abastecidas por rios são muito pequenas e não possuem demanda viável para outros tipos de captação.

Agradecimentos

Agradecemos à SANEPAR por nos disponibilizar recursos, dados e tempo para a realização deste projeto; a cada um dos profissionais da Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento por contribuírem a sua maneira com a evolução do trabalho; ao Cleverson Vitorio Andreoli pela inspiração e incentivo; aos demais familiares e colegas que nos apoiaram.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

ACCYOLI, P. Mapeamento dos remanescentes vegetais arbóreos do Estado do Paraná e elaboração de um sistema de informações geográficas para fins de análise ambiental do Estado. 2013. 127 fls. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Atlas Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=5>> Acesso em: 01/05/2016.

IBGE, Censo demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=41&dados=0>>. Acesso em: 20/04/2016.

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.

LEAL, M.S.; LA ROVERE, E.L. (1997). **Implantação e Operacionalização do Modelo de Gestão de Recursos Hídricos**. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12, Vitória -ES, 1997. Anais. Porto Alegre, ABRH. Cd-rom.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2^a. ed. Curitiba: Olympio . 1981. 450 p.

PORTO, Mônica F. do Amaral; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, v. 22, p. 43-60, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a04.pdf>>. Acesso em: 03/04/2016.

SUDERHSA. **Manual técnico de outorgas**. Curitiba, 2006. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/manual_outorgas.pdf>. Acesso em: 04/05/2016.

SUDERHSA. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA.1998.

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