

DETERMINAÇÃO DO BALANÇO ENTRE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Rosana de Fátima Colaço Gibertoni¹; Tânia Lúcia Graf de Miranda² & Ingrid Illich Müller³

RESUMO --- Este artigo apresenta a metodologia utilizada para determinação do balanço hídrico a partir da compilação das informações disponibilizadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná, o qual foi coordenado pelo Instituto das Águas do Paraná. Foi realizada uma adaptação dos valores através da relação entre totais populacionais a fim de corrigir diferenças de áreas territoriais. A determinação dos valores de vazão captada para cada um dos setores que atuam dentro da bacia hidrográfica é uma tarefa criteriosa, pois envolve consulta a banco de dados de instituições de diversos setores: abastecimento público, indústria/comércio, lazer/turismo, agropecuária, mineração, entre tantos outros que podem estar presentes na bacia. Assim, sugere-se o aproveitamento dos dados produzidos nos documentos gerados na gestão dos recursos hídricos, resultando em ganho de tempo e qualidade de informações. Para ilustrar a aplicação desta metodologia, foram transcritos os resultados da análise efetuada para bacias hidrográficas do litoral paranaense. A utilização dos dados gerados na gestão dos recursos hídricos, no caso, durante a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos, foi perfeitamente plausível. Futuramente, quando estiverem disponíveis os planos de recursos hídricos da maioria das bacias hidrográficas, um maior número de aplicações poderá ser vislumbrado.

ABSTRACT --- This paper presents the methodology used for determining the water balance using the compilation of the information provided in the State Plan for Water Resources of Paraná, which was coordinated by the Water Institute of Paraná. Adaptation was done by interpolation of values between total population, for correction the differences in territorial areas. To determine the values of flow captured for each of the sectors that operate within the watershed is a careful task because it involves consulting the database from different sectors: public supply, industry/trade, leisure/tourism, agriculture, mining, among many others that may be present in the basin. Thus, we suggest the use of data produced in the documents generated in the management of water resources, resulting in savings in time and quality of information. To illustrate the application of this methodology, the results were transcribed from the analysis carried out for the coast of Paraná river basins. The use of data generated in the management of water resources, in this case, during the preparation of the State Water Resources Plan was perfectly plausible. In the future, when plans for the most river basin water resources are available, a greater number of applications may be glimpsed.

Palavras-chave: balanço hídrico, plano de recursos hídricos.

1) Pesquisadora do LACTEC/CEHPAR – C. P. 1309, CEP 80011-970, Curitiba – PR. Fone: (41)3361-6282. E-mail: rosana@lactec.org.br

2) Pesquisadora do LACTEC/CEHPAR – C. P. 1309, CEP 80011-970, Curitiba – PR. Fone: (41)3361-6032. E-mail: tania.miranda@lactec.org.br

3) Pesquisadora do LACTEC/CEHPAR – C. P. 1309, CEP 80011-970, Curitiba – PR. Fone: (41)3361-6306. E-mail: ingrid@lactec.org.br

1 - INTRODUÇÃO

Um dos fundamentos da nossa Política Estadual de Recursos Hídricos determina que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas. Assim, independentemente do fim a que se destina um estudo, o diagnóstico dos recursos hídricos deve abranger, além das caracterizações climatológica, fisiográfica e hidrográfica, a avaliação do balanço entre usos e disponibilidade hídrica da região analisada.

Como diretrizes iniciais para condução de um estudo com essa abrangência, pode-se citar: a análise de todos os usos dos recursos hídricos (atuais e potenciais); o enquadramento dos cursos d'água; e a análise dos documentos e relatórios produzidos pelas Agências e Comitês. A listagem dos usos potenciais dos recursos hídricos da bacia hidrográfica pode se basear na própria caracterização hidrográfica, a qual ajudará a estabelecer a vocação hídrica da bacia ou do curso d'água. Como exemplos de ferramentas para esta análise podem-se citar a determinação da aptidão agrícola e de turismo, a avaliação do adensamento urbano e dos planos diretores de expansão das cidades, a análise do inventário hidroenergético, a verificação da adequação à navegabilidade, entre outros. Por outro lado, o enquadramento das águas não deve ser visto como fator limitante dos usos, mas sim, como critério mínimo para atendimento aos usos múltiplos.

Este artigo apresenta a metodologia utilizada para determinação do balanço hídrico, a qual consiste na compilação das informações normalmente disponibilizadas nos planos de recursos hídricos, adaptando os valores através da relação entre totais populacionais a fim de corrigir diferenças de áreas territoriais. Para ilustrar a aplicação desta metodologia, foram transcritos os resultados da análise efetuada para bacias hidrográficas do litoral paranaense, a qual foi um dos itens avaliados na execução do Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da Ampliação do Cais do Terminal de Contêineres de Paranaguá – TCP (SOARES NETO & GUERIOS, 2008). Este estudo, finalizado em 2008, foi realizado pela Soares Neto e Guerios Advocacia e Consultoria para o TCP – Terminal de Contêineres de Paranaguá S/A. Em SOARES NETO & GUERIOS (2008) foram utilizados os documentos produzidos quando da execução do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná, coordenado pelo Instituto das Águas do Paraná - ÁGUAS PARANÁ.

2 - PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS

A gestão de recursos hídricos integra um conjunto de práticas necessárias à manutenção da disponibilidade qualitativa e quantitativa da água. Trata-se da gestão das disponibilidades e demandas hídricas, do conhecimento dos problemas existentes na bacia hidrográfica, da definição

das estratégias de planejamento para uso futuro, identificação das fontes de recursos financeiros e planejamento para aplicação destes recursos a curto, médio e longo prazo.

Com a Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, iniciou-se no Brasil, uma nova fase para o gerenciamento dos recursos hídricos, fundamentada nos pressupostos da gestão descentralizada, integrada e participativa, na adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, no gerenciamento dos recursos hídricos baseado em instrumentos de gestão, e no reconhecimento do valor econômico da água.

Para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos existem cinco instrumentos: os Planos de Recursos Hídricos e de Bacias Hidrográficas, o Enquadramento dos corpos de água em classes, a Outorga e a Cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. Estes instrumentos permitem que sejam desenvolvidos mecanismos de planejamento para auxiliar no projeto de empreendimentos que utilizem recursos hídricos, incentivando a filosofia de múltiplos usos das mesmas águas e procurando atender todos os usuários da bacia hidrográfica.

A Lei nº 9.433/97 promoveu uma descentralização na gestão de recursos hídricos da esfera governamental para a local, mais precisamente, para a bacia hidrográfica, passando o poder decisório para os Conselhos Nacionais e Estaduais de Recursos Hídricos e para os Comitês de Bacias Hidrográficas.

Considerados a base da gestão participativa e integrada da água e fórum de decisão das ações a serem implementadas na sua área de abrangência, os comitês têm papel deliberativo e normativo e são compostos por representantes do Poder Público, da sociedade civil e de usuários de água e podem ser oficialmente instalados em águas de domínio da União e dos Estados. Existem comitês federais e comitês de bacias de rios estaduais, definidos por sistemas e leis específicas.

Os comitês analisam, propõem, debatem e aprovam o Plano de Bacia Hidrográfica e as proposições das Agências de Bacia Hidrográfica, em especial, os valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos, o plano de aplicação dos recursos disponíveis, o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo e o enquadramento dos cursos d'água. Devido a diversos motivos, até hoje apenas algumas bacias hidrográficas conseguiram estabelecer o seu comitê.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná, finalizado em 2010, é um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos instituída pela Lei Estadual nº 12.726/99 e, tem como objetivo atuar como instrumento básico na definição da Política e da Gestão dos

Recursos Hídricos no Estado. O Plano, cuja coordenação coube ao Instituto das Águas do Paraná, foi elaborado com recursos do Fundo Nacional do Meio Ambiente, resultado da parceria do Governo do Estado do Paraná com o Ministério do Meio Ambiente, contando com a cooperação técnica da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano.

No presente trabalho foram utilizados dados de demanda e de disponibilidade hídrica de parte da bacia litorânea do Estado. Os dados de demanda e efluentes gerados utilizados foram obtidos de um dos documentos constituintes do Plano Estadual de Recursos Hídricos, denominado Diagnóstico das Demandas e Disponibilidades Hídricas Superficiais - Definição do Balanço Entre Disponibilidades e Demandas (ÁGUAS PARANÁ, 2010). O texto deste relatório, assim como de todos os outros produzidos pelo Plano, encontra-se disponibilizado em formato PDF no site da instituição (www.aguasparana.pr.gov.br).

3 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de interesse no estudo de caso apresentado são as bacias hidrográficas que drenam para as Baías de Antonina e Paranaguá, localizadas no Complexo Estuarino de Paranaguá, onde está implantado o empreendimento focado no EIA/RIMA da Ampliação do Cais do TCP. Apesar do empreendimento estar localizado no estuário, o aporte e sazonalidade de água doce e de sólidos em suspensão ou arraste vindos do continente, através da contribuição das bacias hidrográficas, é um dos fatores que condicionam os processos hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos dentro do sistema estuarino. A compreensão desses processos e suas conseqüentes alterações na morfologia do corpo hídrico, apresenta grande importância na manutenção da quantidade e qualidade de água, dos processos ecológicos atuantes e no planejamento das atividades do homem para a região.

O Complexo Estuarino de Paranaguá corresponde a cerca de 70% da área da bacia hidrográfica litorânea do Estado do Paraná, sendo constituído pelas Baías de Antonina, Paranaguá, Laranjeiras e Pinheiros, tal como apresentado na Figura 1. A bacia hidrográfica do litoral paranaense ocupa uma área de quase 6.000 km², correspondendo a quase 3% da área total do Estado (MAAK, 1981). A bacia litorânea do Paraná abrange os municípios de Guaraqueçaba, Antonina, Morretes, Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba. Esta bacia representa um grau de importância considerável no que se refere a reservas de água, assim como, representa considerável energia erosiva potencial.

As Baías de Antonina e Paranaguá localizam-se na planície costeira do Estado do Paraná, sendo delimitadas pelas planícies marginais, cujas altitudes variam de 0 a 100 m. Estas planícies por sua vez, são circundadas por morros cristalinos (100 a 500 m). A Serra do Mar, cujas altitudes ultrapassam os 1.000 m delimitam a bacia de drenagem da baía e separam a região litorânea do

Primeiro Planalto Paranaense (ANGULO, 1992).

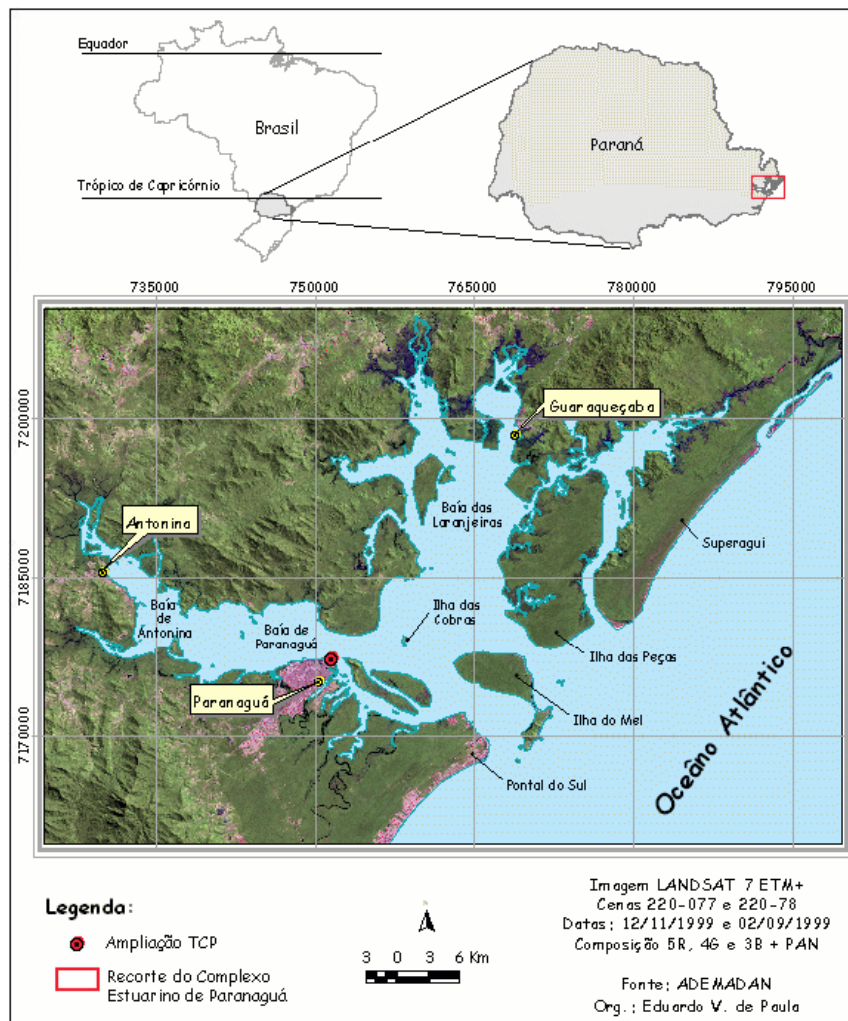


Figura 1 – Localização do TCP no Complexo Estuarino de Paranaguá

A Serra do Mar é um ambiente de grande pluviosidade, possuindo um dos maiores índices pluviométricos do Sul do Brasil. A Serra do Mar, em sua vertente leste, constitui-se em palco da maioria das nascentes dos rios que drenam a bacia litorânea, cujas águas são drenadas para as Baías Antonina, Laranjeiras, Pinheiro, Paranaguá e Guaratuba (CARNEIRO, 2007).

De forma geral, pode-se considerar as Baías de Paranaguá e Antonina como compostas de quatro bacias hidrográficas: Laranjeiras, Antonina, Nhundiaquara e Paranaguá, cuja delimitação foi fornecida por MAACK (BIGARELLA *et al.*, 1978). Entre estas bacias, a única que não será considerada neste trabalho é a das Laranjeiras. Para fins de aplicação no presente estudo, essas bacias foram sub-divididas por rios principais que deságuam diretamente no corpo do estuário e por áreas incrementais (AI) continentais adjacentes ao contorno do corpo hídrico do estuário e que são constituídas por pequenos cursos d'água. As sub-bacias dos rios principais são: Guaraguaçu, Sagrado, Nhundiaquara, Cacatu, Cachoeira e Faisqueira.

A Figura 2 apresenta a área considerada no estudo e que foi definida como Área de Influência

Indireta. No caso do empreendimento em questão importou analisar, não somente a bacia hidrográfica na qual está inserido, como também as bacias hidrográficas que colaboram com a hidrodinâmica e com o transporte de sedimentos dentro da área do estuário que possui alguma influência ou pode ser influenciado pela área do empreendimento.

As bacias hidrográficas analisadas somam uma área de drenagem de 2.080 km², que corresponde a cerca de 37% da área da bacia litorânea do Paraná, e 54% do Complexo Estuarino de Paranaguá.

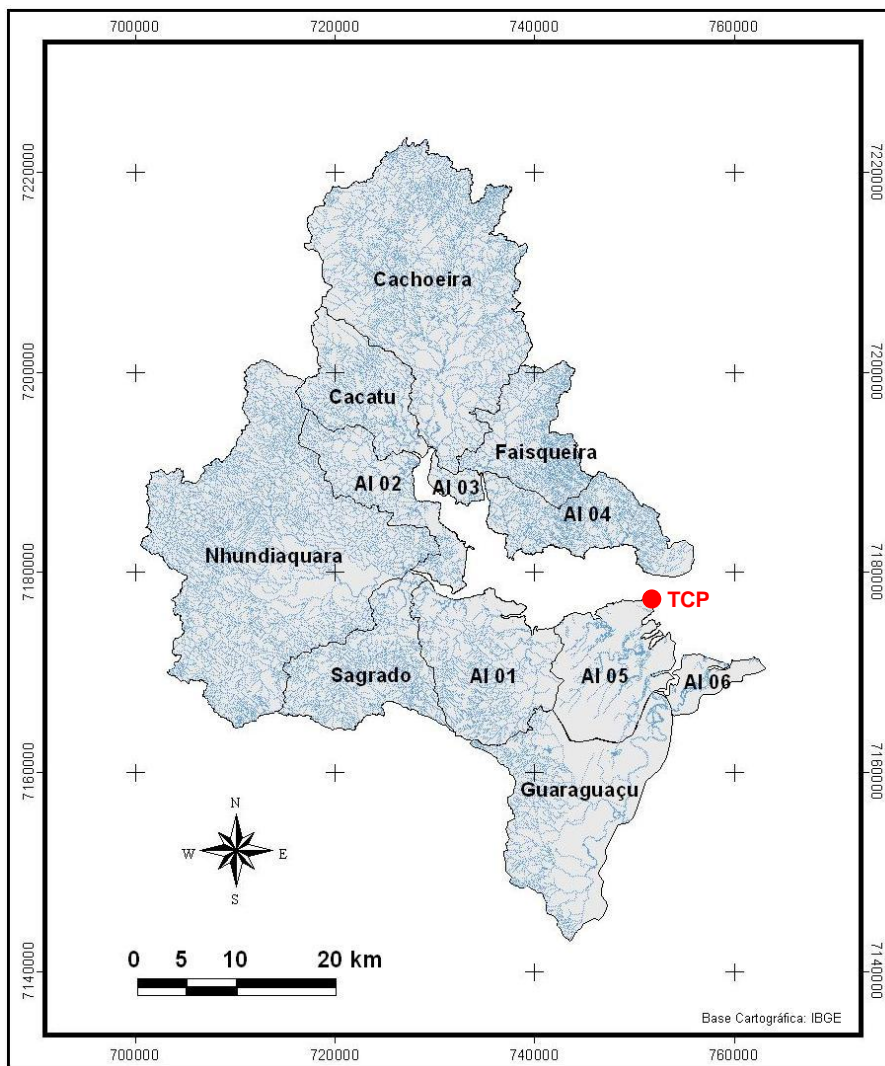


Figura 2 – Bacias hidrográficas analisadas

O sistema hidrográfico do litoral paranaense é geologicamente recente, uma vez que seus rios são constantemente rejuvenescidos pelos levantamentos epirogenéticos. Isto pode explicar as inúmeras corredeiras e saltos. Do ponto de vista geológico e geomorfológico, a região apresenta movimentos de massa que constituem sérios problemas em áreas que foram degradadas pelas atividades antrópicas. O desmatamento acelerado, associado aos altos índices pluviométricos,

favorece deslizamentos que provocam o assoreamento dos rios e da baía.

A maioria dos principais rios que compõem as bacias litorâneas possui um curso superior localizado na área serrana, com fortes declives, vales fortemente encaixados e um padrão de canal retilíneo. O curso inferior, localizado nas planícies, possui geralmente um amplo vale de fundo plano e um padrão de canal meandrante influenciado pelas marés.

Um dos principais rios de interesse neste estudo, por drenar parte da área diretamente afetada é o rio Guaraguaçu, que tem suas nascentes na Serra da Prata e sua foz no Canal da Cotinga, na Baía de Paranaguá. Grande parte do seu curso inferior é influenciado pelas marés. Os afluentes mais importantes deste rio encontram-se na sua margem esquerda, sendo os principais rios o Pequeno, São Joãozinho, Vermelho, das Pombas, da Colônia Pereira, Branco, Pai Antônio, Cambará e Jacareí. Pela margem direita destaca-se o rio Peri. O rio Jacareí e o rio da Colônia Pereira têm nascentes na Serra da Prata, a mais de 800 m de altitude. Sendo assim, a bacia do Guaraguaçu, como a maioria dos outros rios da bacia litorânea, está nitidamente dividida em dois grandes compartimentos, que são as áreas dominadas pela Serra do Mar, de relevo bastante acidentado e as áreas arenosas da planície litorânea. O rio Guaraguaçu não possui série de dados confiáveis de vazão, devido à influência de maré em quase toda a sua extensão. Há registros de vazão em um dos seus afluentes, o rio Cambará, a 10 m de altitude, por períodos muito curtos de tempo.

Pequenos rios que drenam a planície costeira são alimentados principalmente por águas do lençol freático, sendo muito difícil delimitar suas bacias hidrográficas. Ainda completam a hidrografia atual da região diversos canais artificiais no município Pontal do Paraná, escavados pelo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) com fins de drenagem e navegação. Estes canais alteraram a configuração de diversos rios, notadamente o Perequê, o Peri e o Pai Antônio.

A cidade de Paranaguá está localizada entre dois rios, Emboguaçu, que desemboca a oeste do Porto de Paranaguá e Itiberê, a leste do Porto. No perímetro urbano de Paranaguá localizam-se vários cursos d'água que têm suas nascentes na Serra do Mar e correm na direção nordeste, desaguando diretamente na Baía de Paranaguá, destacando-se: o rio Embocuí, localizado na porção noroeste do perímetro urbano, entre a ilha do Curral e o continente, o rio Emboguaçu-Mirim e Emboguaçu (banha a cidade na sua porção oeste), o rio Itiberê (banha o sul e leste da cidade e separa a cidade da Ilha dos Valadares), e os rios mais distantes da cidade: rio dos Almeidas, Pequeno e Guaraguaçu (limite leste da área em estudo). Nas Ilhas da Cotinga e Rasa da Cotinga correm alguns pequenos rios. Na primeira, o mais expressivo é o rio Furado e na segunda, o rio do Cerco (CANEPARO, 1999).

4 – METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

A determinação do balanço hídrico para águas superficiais foi realizada descontando a demanda hídrica da disponibilidade hídrica, assim como, foram reconstituídos os lançamentos de efluentes que atingem os cursos d'água para recompor de forma adequada os quantitativos de vazão. Esta conta é realizada a fim de determinar a disponibilidade efetiva dos mananciais. O balanço hídrico foi determinado considerando toda a área analisada como uma unidade física (influência direta e indireta).

Para obter os dados de disponibilidade hídrica foram utilizados dados das estações fluviométricas da região de interesse. Os dados de demandas e efluentes gerados utilizados foram obtidos do relatório constituinte do trabalho denominado *Diagnóstico das Demandas e Disponibilidades Hídricas Superficiais - Definição do Balanço Hídrico* (ÁGUAS PARANÁ, 2010).

Em ÁGUAS PARANÁ (2010) os resultados foram apresentados considerando toda a bacia litorânea (5.631 km²), tal como disposto na Figura 3. Assim, os dados de demanda da bacia litorânea foram transcritos para o presente trabalho e interpolados para a área de interesse (2.080 km²).

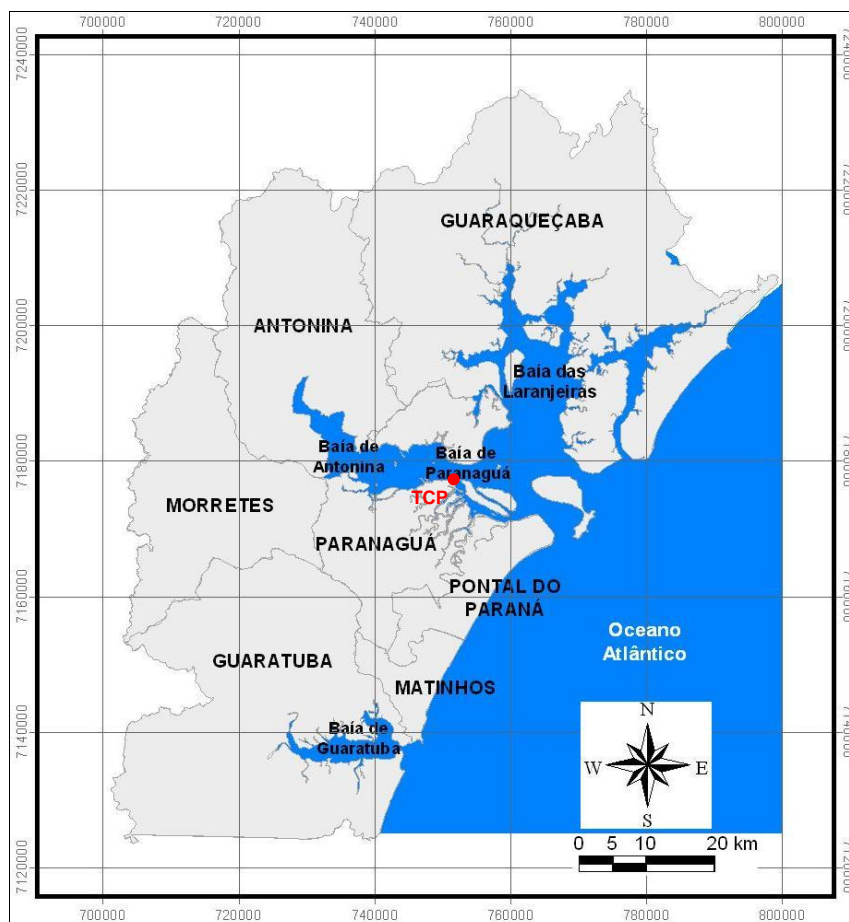


Figura 3 – Área de estudo considerada em ÁGUAS PARANÁ (2010)

Os dados demográficos foram coletados por município a partir de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados são do ano de 2004 e são oriundos de uma estimativa realizada, anualmente, pelo mesmo Instituto. A proporção entre população urbana e rural foi adotada como sendo igual à adotada no Censo de 2000.

Na determinação das demandas hídricas foi necessário definir os principais usos e usuários da água e a caracterização e quantificação dos recursos hídricos. Em *ÁGUAS PARANÁ* (2010) foram listados os usos consuntivos e não consuntivos. Nesta etapa do presente estudo, porém, foram considerados apenas os usos consuntivos, visto que são os que efetivamente alteram o balanço hídrico.

4.1 - Diagnóstico das demandas hídricas e efluentes lançados

Neste item estão caracterizados os principais usos da água doce e salgada na área potencialmente afetada pelo empreendimento, focando as demandas, fatores qualitativos e análise das disponibilidades. Cada uso pode ter uma área potencialmente afetada diferente.

Para a parte da bacia litorânea diretamente relacionada com o empreendimento foram identificados os seguintes usos:

- Abastecimento doméstico e lançamento dos respectivos efluentes;
- Abastecimento industrial e lançamento dos respectivos efluentes;
- Abastecimento do setor de mineração e lançamento dos respectivos efluentes;
- Abastecimento do setor pecuário e lançamento dos respectivos efluentes;
- Irrigação e lançamento dos respectivos efluentes;
- Recreação / Turismo;
- Comunidades pesqueiras;
- Ictiofauna;
- Navegação.

A seguir é transcrita a metodologia descrita em *ÁGUAS PARANÁ* (2010), estabelecida para o cálculo da demanda de água superficial para os usos consuntivos dos diversos setores e os respectivos efluentes lançados.

4.1.1 - Setor ambiental

a) Abastecimento de água

O cálculo das demandas para o abastecimento de água urbana foi realizado a partir de dados

populacionais do IBGE do ano de 2004 e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS do ano de 2004. Para os municípios sem informações foram adotados valores de municípios de porte similar. Já para a demanda rural, foi considerada uma demanda média per capita de 90 l/dia (dados de bibliografia específica). A divisão das vazões captadas em mananciais superficiais ou subterrâneos foi estimada com base em informações implantadas até o ano 2007 no Cadastro de Outorga do Instituto das Águas do Paraná.

b) Esgotamento sanitário

No caso do esgotamento sanitário gerado das áreas urbanas que possuem dados medidos, adotou-se como volume retornado aos cursos de água o valor igual a 80% da vazão total medida. Para os municípios sem informações foram adotados valores de municípios de porte equivalente. Para a parcela da população urbana não atendida considerou-se que 70% dos esgotos são lançados nas águas superficiais e 30% em fossas. Para a população rural considera-se de forma inversa, que 30% lançam os esgotos em rios e 70% em fossas. O volume de esgotamento sanitário para a população rural foi considerado como sendo 30% do volume para abastecimento.

4.1.2 - *Setor industrial*

Os volumes captados de águas superficiais e subterrâneas para as indústrias localizadas nas respectivas bacias foram obtidos do Cadastro de Outorga do Instituto das Águas do Paraná (dados disponíveis até 2007). O volume de água retornado depende do tipo de indústria. No referido trabalho, esta proporção foi baseada na atual Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), elaborada pelo Ministério da Fazenda.

4.1.3 - *Setor minerário*

Os dados básicos utilizados na estimativa das demandas e efluentes condizentes ao setor minerário são oriundas do Cadastro da Minerais do Paraná S.A. - MINEROPAR do ano de 2004, e do Cadastro de Outorga do Instituto das Águas do Paraná. O valor da demanda hídrica adotada foi obtida considerando as atividades produção de água mineral e produção de areia, que segundo técnicos da MINEROPAR, mais demandam o uso de água.

Na questão dos índices de exploração de mananciais superficiais ou subterrâneos, foram utilizados os valores apresentados no Cadastro de Outorga do Instituto das Águas do Paraná. Na indisponibilidade destes valores, considerou-se a proporção de 69,77% para os mananciais superficiais e 30,23% para os subterrâneos.

O índice de demanda hídrica por tipo de minério produzido para o Estado do Paraná considerado é igual a 0,03 m³/s. As empresas de mineração trabalham com uma média de 90% de

recuperação da água. O índice de lançamento do efluente em corpos d'água considerado foi de 100%.

4.1.4 - Setor agropecuário

a) Atividade agrícola

As áreas irrigadas foram obtidas do Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER do ano de 2005. Estes valores de área da referida publicação não estão discriminados por cultura e nem por vazão aplicada e sim, por tipo de técnica de irrigação. A vazão foi baseada em REBOUÇAS, BRAGA e TUNDISI (2006), cujo valor adotado é igual a 0,209 l/s/ha.

A percentagem do tipo de manancial explorado (superficial ou subterrâneo) foi adotada conforme o Cadastro de Outorga do Instituto das Águas do Paraná. Para os locais sem informações foi adotada a proporção média do Estado do Paraná, ou seja, 97,97% para o superficial, e 2,03% para o subterrâneo. O índice de retorno nas águas superficiais considerado foi de 1%.

b) Atividade pecuária

Os números dos efetivos de rebanhos foram baseados em dados do IBGE do ano de 2003, cujos valores são expostos por município. A demanda de dessedentação por cabeça de bovino considerada foi de 40 l/dia, conforme informações fornecidas pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - SEAB.

Para determinar a demanda de dessedentação para outros tipos de rebanho foi considerada a metodologia denominada BEDA – Bovinos Equivalentes para a Demanda de Água. Esta metodologia foi utilizada no PLIRHINE - Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste (SUDENE, 1980), e vem sendo aplicada em todo território nacional. A Tabela 1 apresenta a relação BEDA e respectiva demanda de dessedentação por tipo de rebanho.

Tabela 1 - Demandas de dessedentação para o setor da pecuária

Tipos de Rebanho	Relação BEDA	Dessedentação (L/dia)
Bovinos	BEDA/1	40
Bubalinos	BEDA/1	40
Eqüinos, Muares e Asininos	BEDA/1,25	32
Suínos	BEDA/5	8
Ovinos e Caprinos	BEDA/6,25	6,4
Coelhos	BEDA/200	0,2
Avinos	BEDA/250	0,16

FONTE: SUDENE (1980).

À demanda de água para dessedentação foi somada a demanda de água para higiene da criação de rebanhos em confinamento, na qual foram considerados apenas os efetivos de suínos (na

avicultura foi considerada a utilização de camas secas e os outros rebanhos foram considerados como criados de forma extensiva). A demanda de água para higienização dos efetivos de suínos foi adotada como sendo 5 l/dia/cabeça, conforme Instrução Normativa para Licenciamento de Suinocultura do Instituto Ambiental do Paraná - IAP.

O coeficiente de retorno para os corpos hídricos foi de 5% na dessedentação e 85% na higienização. O índice de exploração de mananciais foi adotado conforme apresentado no Cadastro de Outorga. Para os locais sem informação foi considerada a média do Estado, ou seja, 25,99% para os mananciais superficiais e 74,01% para os subterrâneos.

4.1.5 - Transposição dos valores de demanda hídrica e efluentes lançados

A Tabela 2 apresenta para a área da bacia litorânea do Paraná e para a área analisada no presente estudo (Figura 2) os valores de demanda de água superficial para os usos consuntivos. Os valores de interesse neste estudo aparecem em destaque na tabela e foram interpolados por relação de área de drenagem a partir dos valores apresentados para toda a bacia litorânea em ÁGUAS PARANÁ (2010). As áreas de drenagem consideradas para o cálculo do fator de transposição foram de 5.631 km² para a bacia litorânea e 2.080 km² para a área de estudo.

Tabela 2 - Demandas de água do sistema superficial para usos consuntivos

Bacia	Demandas por uso (l/s)					
	Abastecimento Público	Industrial	Minerário	Agrícola	Pecuário	Total
Litorânea*	610,1	222,8	0,5	349,0	9,3	1.191,7
Estudo	225,36	82,30	0,18	128,91	3,44	440,19

* Fonte: ÁGUAS PARANÁ (2010).

A Tabela 3 apresenta os efluentes gerados para cada uso e os lançamentos dos mesmos nas águas superficiais e subterrâneas.

Tabela 3 - Efluentes gerados a partir dos usos consuntivos e respectivos lançamentos

Bacia	Efluentes por uso (l/s)						Lançamentos (l/s)		
	Abast. Pub.	Industrial	Minerário	Agrícola	Pecuário	Total	Superf.	Subter.	Total
Litorânea*	294,08	172,93	0,07	3,49	0,97	471,54	404,18	67,36	471,54
Estudo	108,63	63,88	0,03	1,29	0,36	174,18	149,30	24,88	174,18

* Fonte: ÁGUAS PARANÁ (2010).

4.2 - Diagnóstico das disponibilidades hídricas superficiais

As disponibilidades hídricas superficiais foram avaliadas através da vazão média de longo termo (Q_{MLT}) e da vazão com frequência igual a 95% da curva de permanência de vazões (Q_{95}). As vazões foram determinadas com base em estações operadas pelo Instituto das Águas do Paraná. Neste trabalho foi considerado um conjunto de estações diferente do utilizado em ÁGUAS PARANÁ (2010), visto o ensejo de obter valores mais representativos da área de interesse. As

estações fluviométricas utilizadas na estimativa da disponibilidade hídrica natural dos mananciais superficiais estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Estações fluviométricas consideradas no cálculo da disponibilidade hídrica

Código	Nome	Rio	Latitude	Longitude	Área de drenagem (km ²)	Início de operação
82065000	Pinguela	Cachoeira	7.206.283	726.877	180	04/1992
82121003	Ponte Velha BR101	Cachoeira	7.197.614	730.628	371	12/1989
82170000	Morretes	Nhundiaquara	7.180.440	718.141	214	08/1938
82195002	Morretes	Marumbi	7.177.245	713.728	77	09/1975
82198000	Anhaia	Pinto	7.173.879	716.365	60	09/1975

Para a determinação das vazões características foi considerado o período 1976 a 2006 (31 anos), exceto para as estações Pinguela e Ponte Velha, que contam com um período menor. As vazões da estação Ponte Velha BR101 sofreram avaliações específicas antes de sua utilização por dois motivos: sofre influência de maré e conta com as vazões turbinadas da usina hidrelétrica Governador Parigot de Souza – GPS, não podendo suas vazões características serem extrapoladas diretamente para outras bacias.

Quanto à avaliação da influência de maré, primeiramente verificou-se se esta influência seria significativa em termos de vazões de longo termo. Pouco a montante desta estação foi instalada pelo ÁGUAS PARANÁ em julho de 2006 a estação Vila Nova, que apesar de possuir a mesma área de drenagem, não recebe influência de maré, pois está localizada a montante de um trecho de corredeiras. Foram obtidas as vazões médias do período em comum destas duas estações e os valores são condizentes, assegurando a utilização da estação Ponte Velha na continuidade destes estudos.

Contudo, como a estação Ponte Velha soma as vazões turbinadas de GPS, seus dados foram utilizados apenas para possibilitar uma estimativa da Q_{MLT} e Q_{95} de turbinamento da referida usina (utilizando a extrapolação da vazão em Pinguela e descontando os valores em Ponte Velha). Assim, todas as estações da Tabela 4, exceto o posto Ponte Velha BR101, foram utilizadas para estimar as vazões características da área de estudo, e a estes valores foram somados os valores característicos estimados do turbinamento de GPS.

As vazões características de cada uma das estações consideradas são apresentadas na Tabela 5, bem como, as vazões características extrapoladas para a área de interesse, através da relação entre áreas de drenagem. As vazões turbinadas em GPS foram somadas diretamente às vazões extrapoladas para a área de estudo.

Tabela 5 - Disponibilidades hídricas por estação e para a região de interesse

Local	Área (km ²)	Q _{MLT} (m ³ /s)	q _{MLT} (l/s/km ²)	Q ₉₅ (m ³ /s)	q ₉₅ (l/s/km ²)
Pinguela	180	11,32	62,89	4,61	25,61
Morretes Nhundiaquara	214	13,77	64,35	3,34	15,61
Morretes Marumbi	77	4,55	59,09	0,69	8,96
Anhaia	60	3,44	57,33	0,56	9,33
Soma	531	33,08	62,30	9,20	17,33
Usina GPS	-	20,16	-	7,87	-
Área de estudo	2080	149,74	71,99	43,91	21,11

4.3 - Determinação do balanço hídrico das águas superficiais

A determinação do balanço hídrico para águas superficiais foi realizada descontando a demanda hídrica da disponibilidade hídrica, assim como, os lançamentos de efluentes que atingem os cursos d'água foram restabelecidos aos valores das disponibilidades para recompor de forma adequada os quantitativos de vazão. Esta conta é realizada a fim de determinar a disponibilidade efetiva dos mananciais. Os dados sintetizados do balanço hídrico estão dispostos na Tabela 6. Os valores apresentados nas duas últimas colunas são resultados das equações:

Balanço hídrico = Disponibilidade hídrica natural + lançamento – demanda

Tabela 6 - Balanço hídrico para a área de estudo (l/s)

Demanda	Lançamento	Disponibilidade natural		Saldo hídrico	
		Q _{MLT}	Q ₉₅	Balanço para Q _{MLT}	Balanço para Q ₉₅
440,19	149,3	149.737,13	43.905,94	149.446,24	43.615,05

Uma rápida análise sobre os dados utilizados na determinação do balanço hídrico das bacias hidrográficas do Estado do Paraná, apresentado em ÁGUAS PARANÁ (2010), permite tecer as seguintes comparações:

- A utilização de água para atender a demanda hídrica da bacia litorânea corresponde a 0,4% da disponibilidade para a Q_{MLT}, e 1,1% para a Q₉₅;
- A bacia litorânea contribui com quase 3% em relação ao total do Estado nos itens: área de drenagem, população, demanda das águas superficiais e disponibilidade hídrica;
- A utilização dos mananciais subterrâneos da bacia litorânea é a menor do Estado em relação à demanda total existente na própria bacia e em relação às outras sub-bacias;
- Como na maioria das outras sub-bacias, a maior taxa da demanda de água total da bacia litorânea é para atender o abastecimento público (51% da demanda total);
- A segunda maior taxa da demanda de água total considerada na bacia litorânea é para atender o setor agrícola (29% da demanda total);

- A demanda de água para atender o setor pecuário da bacia litorânea é a menor do Estado (0,2%). Em relação à demanda total da bacia litorânea, a taxa de utilização para a pecuária é de 1%.

A estimativa do balanço hídrico forneceu o saldo hídrico superficial, demonstrando que o índice de utilização de uma vazão garantida em 95% do tempo pelos diversos usuários é relativamente baixo (pouco mais de um ponto percentual em relação à disponibilidade hídrica), ficando entre os menores do Estado do Paraná. Os setores com maior destaque nas vazões demandadas da bacia litorânea são o abastecimento público e a agricultura, com índices de 51 e 29% em relação à demanda total, respectivamente.

4 - CONCLUSÕES

A determinação dos valores de vazão captada para cada um dos setores que atuam dentro da bacia hidrográfica é uma tarefa criteriosa, para a qual o técnico deve despender um considerável tempo. As fontes a serem consultadas são diversas, envolvendo pesquisa ao banco de dados de instituições ligadas ao abastecimento público, ao setor da indústria/comércio, lazer/turismo, agropecuária, mineração, entre tantos outros que podem estar presentes na bacia. Assim, o técnico pode obter grande vantagem em ganho de tempo e qualidade ao utilizar documentos relativos à gestão dos recursos hídricos, para os quais foram concentrados grandes esforços na elaboração. Porém, na utilização desses documentos, faz-se necessária uma adaptação dos valores considerando diferentes áreas territoriais e atualizações considerando crescimento demográfico, ou alterações de impactos nos setores (implantação de grandes indústrias, áreas de mineração, transposição de água, flutuações da população rural e urbana).

Os documentos gerados na gestão dos recursos hídricos podem ser utilizados de inúmeras formas. Este artigo apresentou uma possibilidade de aproveitamento dos dados processados na elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Os resultados obtidos neste trabalho para a região de interesse demonstraram que o índice de utilização de uma vazão garantida em 95% do tempo pelos diversos usuários ficou entre os menores do Estado do Paraná (pouco mais de um ponto percentual em relação à disponibilidade hídrica). Foi possível identificar que os setores com maior destaque nas vazões demandadas da bacia litorânea são o abastecimento público e a agricultura.

Futuramente, quando estiverem disponíveis os planos de recursos hídricos da maioria das principais bacias hidrográficas, um maior número de aplicações poderá ser aventado e, possivelmente, com qualidade maior de resultados, visto que a caracterização das unidades hidrográficas analisadas será ainda mais criteriosa.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são direcionados à Soares Neto e Guerios Advocacia e Consultoria, Terminal de Contêineres de Paranaguá S/A e à Associação de Defesa do Meio Ambiente e do Desenvolvimento de Antonina, instituições que possibilitaram a realização do estudo aqui apresentado. Agradecemos também ao Instituto das Águas do Paraná, que gentilmente forneceu resultados detalhados do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

BIBLIOGRAFIA

ÁGUAS PARANÁ – Instituto das Águas do Paraná (2010). *Produto 1.1 – Diagnóstico das Demandas e Disponibilidades Hídricas Superficiais: Definição do Balanço Hídrico*. Curitiba, 2010.

ANGULO, R. J. (1992). *Geologia da planície costeira do Estado do Paraná*. Tese do Doutorado em Geologia Sedimentar. Instituto de Geociência da Universidade de São Paulo, 334 p.

BIGARELLA, J. J.; KLEIN, R. M.; LANGE, R. B.; LOYOLA & SILVA, J.; LARACH, J. O. I. & RAUEN, M. J. (1978). *A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná: Um problema de segurança ambiental e nacional*. Secretaria do Estado do Planejamento – ADEA (Associação de Defesa e Educação Ambiental). Curitiba. 248 p.

CANEPARO, S. C. (1999). *Manguezais de Paranaguá: Uma análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica – 1952-1996*. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná.

CARNEIRO, C. F. A. G. (2007). *A constituição de patrimônios naturais e o tombamento da Serra do Mar no Paraná*. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná.

MAACK, R. (1981). *Geografia física do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro. José Olympio Editora. 450 p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (organizadores). (2006). *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3ª edição.

SOARES NETO & GUERIOS - Soares Neto e Guerios Advocacia e Consultoria (2008). *Relatório de Impacto Ambiental – Ampliação do Cais do Terminal de Contêineres de Paranaguá*. Curitiba. 108 p.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (1980). *Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil – PLIRHINE*. Recife.