

## IV-131 - ANÁLISE DA CAPACIDADE SUPORTE DE CARGA ORGÂNICA DO RIO PARANAPANEMA EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO HIDROLÓGICA SAZONAL

**Tales Corrêa Costa**<sup>(1)</sup>

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal Fluminense. Mestrando em Saneamento Ambiental pelo Programa de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da UFRJ (PEA/UFRJ).

**Adhara Ginaid**<sup>(2)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal Fluminense. Mestranda em Saneamento Ambiental pelo Programa de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da UFRJ (PEA/UFRJ).

**Isaac Volschan Junior**<sup>(3)</sup>

Doutor, Professor Associado do Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Escola Politécnica da UFRJ.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida Sete de Setembro, 28, 1104 - Icaraí - Niterói - RJ - CEP: 24230-252 - Brasil - Tel: (21) 2714-3638 - e-mail: talescosta@poli.ufrj.br

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho é avaliar o comportamento da carga máxima de DBO que aporta em um ponto de interesse de um corpo hídrico, em função da utilização de uma vazão de referência fixa e outra variável. Três cenários foram escolhidos para realizar simulações de despejos. Os resultados obtidos indicaram que a escolha da vazão de referência influencia diretamente na capacidade de diluição do corpo hídrico de forma que utilização de uma vazão de referência variável aproxima o método matemático ao regime hidrológico natural da bacia. A adoção de uma vazão de referência fixa superestima, e, subestima a capacidade de assimilação do corpo hídrico ao longo do ano. A carga máxima assimilável de DBO, para todos os cenários, variou consideravelmente ao longo dos meses acompanhando a sazonalidade da vazão de diluição para a vazão de referência variável. Porém, ao comparar a variação deste valor entre os três cenários, a variação foi muito pequena, de aproximadamente 9% entre os cenários 1 e 3. A vazão máxima do efluente variou consideravelmente ao longo dos meses e, também, entre os cenários. A atribuição de tratamentos com maior eficiência de remoção permite a contribuição de uma maior população no lançamento de efluente no corpo hídrico, visto que a população equivalente é diretamente proporcional à variação da vazão do efluente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vazão ecológica, vazão de referência, variação hidrológica sazonal, capacidade suporte, carga de DBO.

### INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos possuem inestimável importância para o desenvolvimento da vida no planeta. Além do seu valor ambiental, a água possui um relevante papel social e econômico para a humanidade. Para o homem, além do consumo próprio, diversos outros usos podem ser citados, como o abastecimento industrial, a irrigação, a geração de energia elétrica e a assimilação e transporte de poluentes, dentre outros. Esses usos podem ser conflitantes entre si, uma vez que há, legalmente, um valor máximo que pode ser outorgado para determinado curso d'água. Em função disso, a caracterização da disponibilidade hídrica e sua relação com as demandas atuais e futuras são fundamentais na definição de regras para a repartição dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica entre os diversos usuários.

Com o propósito de mitigar os impactos causados ao meio ambiente, decorrentes das alterações no regime natural dos rios, o tema vazão ecológica, sua definição e determinação, vem sendo amplamente discutida devido à necessidade do cálculo das vazões necessárias para harmonizar os usuários da água com o ecossistema aquático. Sua definição não possui consenso, sendo utilizadas diversas terminologias para sua nomeação, como vazão residual, sanitária, remanescente, ambiental, ecológica ou hidrograma ecológico, este tendo surgindo mais recentemente. Em termos legais, existe uma definição de vazão mínima remanescente proposta pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), na Instrução Normativa nº004, de 21 de junho de 2000, Anexo 1, Art. 2º: "... vazão mínima necessária para garantir a preservação do equilíbrio natural e a sustentabilidade dos sistemas aquáticos".

Segundo King et al. (1999) os métodos utilizados para a determinação da vazão ecológica podem ser divididos em quatro grandes categorias: Hidráulico, Hidrológico, Classificação de Habitats e Holísticos. Atualmente no Brasil, a vazão ecológica é definida indiretamente, a partir da vazão máxima outorgável, que por sua vez é função da vazão de referência, definida pela legislação no âmbito estadual ou nacional. Esta vazão de referência indicará a vazão máxima que pode ser retirada no trecho do curso d'água, e, consequentemente, a vazão mínima que deve permanecer no leito, de acordo com a bacia hidrográfica em questão (parcela não consuntiva).

A variabilidade no tempo e no espaço, do regime de vazões, é a variável que influencia diretamente a integridade biótica dos sistemas hídricos e sua composição, influenciando sua quantidade e qualidade. Dessa forma, além da escolha da vazão de referência, a implantação do conceito de hidrograma ecológico é de suma importância, uma vez que as vazões outorgáveis de captação e lançamento são fixas ao longo do ano, desconsiderando a variação hidrológica sazonal anual do curso d'água. Dentro desse contexto, uma eficiente gestão dos recursos hídricos apresenta-se como principal ferramenta para o equilíbrio na utilização do recurso, proporcionando o seu controle, tanto em aspectos quantitativos quanto em aspectos qualitativos.

Dentre os usos mais conflitantes da água, está a diluição de despejos. Este uso pode prejudicar quase todos os outros, sendo de fundamental importância que os órgãos gestores dos recursos hídricos atuem de maneira rigorosa em relação a tal fim. O lançamento de efluentes deve ser pautado na capacidade assimilação dos corpos receptores, com base na legislação federal e na gestão ambientalmente correta dos recursos hídricos. A Resolução CONAMA n° 430 de 13 de Maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357/2005, estabelece e define a capacidade de suporte de um corpo receptor. Por esta razão, o órgão ambiental apenas deve permitir o lançamento de efluentes que não exceda as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes.

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a carga máxima de DBO que aporta nos pontos de interesse no rio Paranapanema, em função de uma vazão de referência fixa e outra variável, de forma a garantir o atendimento da legislação e, consequentemente, a manutenção da capacidade de suporte de diluição do curso d'água. Em relação aos objetivos secundários, será realizada uma comparação entre as diferentes vazões de referência e o cálculo de uma população equivalente em função da contribuição per capita e da vazão máxima do efluente. Neste contexto, três cenários serão considerados: sem tratamento de esgotos sanitários, tratamento com eficiência de 60% de remoção e tratamento com eficiência de 90% de remoção.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi construído através de revisão bibliográfica, revisão da legislação correlata, aquisição de dados e cálculos da vazão de referência e da capacidade suporte da área de estudo, além da simulação de diferentes cenários de lançamento de efluentes domésticos.

## ÁREA DE ESTUDO

O rio Paranapanema, afluente da margem esquerda do rio Paraná, participa do sistema hidrográfico conhecido como bacia do Alto Paraná. Percorre uma extensão de aproximadamente 660 km (SAMPAIO, 1944) e estabelece a divisa natural entre os estados de São Paulo e Paraná ao longo de 329,9 km (MAACK, 1981), fato que o enquadra como um rio de domínio Federal. O rio Paranapanema divide-se em três trechos principais (Baixo Paranapanema, Médio Paranapanema, Alto Paranapanema) e tem como maiores tributários os rios: Itararé, Cinzas, Tibagi e Pirapó, Pardo. Devido a sua grande extensão, o rio Paranapanema é classificado tanto em Classe 1, das cabeceiras até a confluência do rio Turvo, e Classe 2, deste ponto até a foz, no rio Paraná (CEEIPEMA, 1980).

Neste trabalho duas estações fluviométricas, descritas pelas tabelas 1 e 2, foram selecionadas no rio Paranapanema por apresentarem maior série de dados consistidos.

Tabela 1: Dados da Estação fluviométrica 64082000 - CAMPINA DO MONTE ALEGRE. (ANA, 2013).

CAMPINA DO MONTE ALEGRE (64082000)	
Dados da Estação	
Rio	RIO PARANAPANEMA
Estado	SÃO PAULO
Município	BURI
Altitude (m)	569
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	5790

Tabela 2: Dados da Estação fluviométrica 64220000 – PIRAJU. (ANA, 2013).

PIRAJU (64220000)	
Dados da Estação	
Rio	RIO PARANAPANEMA
Estado	SÃO PAULO
Município	PIRAJU
Altitude (m)	475
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	18400

A Figura 1 apresenta a bacia do rio Paranapanema bem como a localização das estações selecionadas. Ambas as estações fluviométricas estão compreendidas no trecho enquadrado na Classe 1.



Figura 1: Localização da bacia Hidrográfica do Paranapanema e posicionamento das estações fluviométricas selecionadas. (Modificado de IBGE/ANA, 2013).

## CÁLCULO DA VAZÃO ECOLÓGICA

Em diversos estados as práticas adotadas na legislação para a definição da vazão ecológica, enquadram-se nos métodos hidrológicos. Segundo (FARIAS JÚNIOR, 2006), as metodologias recomendadas são basicamente duas: as baseadas em curvas de permanências, muito utilizadas no norte e nordeste brasileiro, e as baseadas numa percentagem da  $Q_{7,10}$ , utilizadas no sul e sudeste brasileiro. Dessa forma, o cálculo da “vazão ecológica” através de métodos hidrológicos, seguiu a metodologia de cálculo das vazões  $Q_{7,10}$ ;  $Q_{90\%}$ ;  $Q_{95\%}$  e Tennant, para as duas estações fluviométricas. Para obter os resultados o software Hidro 1.2 foi utilizado. Disponível no sítio da Agência Nacional de Águas ([www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)).

No presente estudo, a vazão ecológica calculada representa a vazão de diluição, aquela necessária para diluir determinado parâmetro de qualidade, a fim de assegurar os limites determinados na Resolução CONAMA 357/2005 para a Classe do corpo receptor. Sendo assim, o usuário, dessa forma, estará se apropriando dessa vazão para diluir determinado parâmetro de seu efluente (DA SILVA e MONTEIRO, apud Machado, 2004, p. 155).

### CAPACIDADE DE SUPORTE DO CORPO HÍDRICO

A capacidade de assimilação de um corpo hídrico pode ser definida como a carga máxima de determinado poluente que este pode receber, mantendo o seu padrão de qualidade. Essa carga deve ser calculada em função da vazão de referência para o corpo receptor (Artigo 12º da Resolução CONAMA 430/2011). Logo, a capacidade de assimilação de carga orgânica calculada no presente trabalho é função da vazão de referência e das condições naturais de concentração do parâmetro analisado no manancial.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO), parâmetro analisado no presente trabalho, pode ser definida como a quantidade de oxigênio, expressa em mg/l, necessária para a oxidação da matéria orgânica por meio da ação de bactérias (DERISIO, 2012, p. 46). A DBO é o parâmetro mais utilizado para a indicação da poluição da água por despejos de origem orgânica, presentes em efluentes domésticos e industriais. Sendo um parâmetro de qualidade não conservativo, isto é, sofre um decaimento natural pelo processo de autodepuração do corpo hídrico.

Para a realização do cálculo da capacidade suporte do efluente foram adotadas as seguintes premissas:

- A vazão de referência utilizada será a  $Q_{95\%}$ , determinada para os rios federais como é o caso do rio Paranapanema. No entanto, será utilizada a  $Q_{95\%}$  mensal de forma a avaliar uma situação idealizada em que considera a sazonalidade do curso d'água.
- A concentração permitida de DBO nos rios é baseada em seu enquadramento e pela Resolução CONAMA 357/2005. O valor da concentração de DBO do efluente será de 300 mg/l, de acordo com Sant'anna (2013).
- A concentração de DBO no rio será considerada como condição natural, a fim de, contabilizar o impacto do efluente no rio sem levar em conta os impactos de usuários à montante (Da Silva e Monteiro, apud Machado, 2004). O valor será de 1 mg/l, de acordo com Von Sperling (1998).
- A contribuição per capita de esgoto será considerada, de acordo com DZ-215. R-4 (INEA)
- A autodepuração do lançamento de montante será considerada completa, em relação ao ponto analisado a jusante.

Em resumo as informações utilizadas para os cálculos encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3: Dados dos Parâmetros Utilizados nos Cálculos de Vazão de Diluição.**

Parâmetro	Valor adotado
Concentração de DBO no esgoto doméstico (mg/l) – Valor médio (SANT'ANNA, 2013).	300,0
Concentração de DBO permitida no rio (mg/l) – Classe 1 (RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005)	3,0
Concentração de DBO no manancial (mg/l) – Condição natural (VON SPERLING, 1998).	1,0
Contribuição per capita de Esgoto (m³/hab.d) DZ-215. R-4 (INEA)	0,16

A partir da vazão ecológica calculada e das informações sobre as concentrações de DBO adotadas para o efluente e para o rio Paranapanema, calcula-se a vazão máxima permissível de efluente que pode ser lançada no corpo hídrico em questão, através da equação de diluição, estabelecida pela Resolução CNRH 140/2012, proposta por Kelman (1997).

$$Q_{dil} = Q_{ef} \cdot \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{man})} \quad \text{Equação (1)}$$

$$Q_{ef} = Q_{dil} \div \left[ \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{man})} \right] \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

$Q_{dil}$  - Vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade, em m<sup>3</sup>/s;

$Q_{ef}$  - Vazão máxima do efluente que contém o parâmetro de qualidade analisado, em m<sup>3</sup>/s;

$C_{ef}$  - Concentração do parâmetro de qualidade no efluente, em mg/l;

$C_{perm}$  - Concentração permitida do parâmetro de qualidade no manancial onde é realizado o lançamento, em mg/l;

$C_{man}$  - Concentração natural do parâmetro de qualidade no manancial onde é realizado o lançamento, em mg/l.

De posse da vazão máxima permissível do efluente, calcula-se também a carga máxima suportável pelo manancial, através da equação.

$$\text{Carga Máxima} = Q_{ef} \cdot C_{ef} \quad \text{Equação (3)}$$

Substituindo (2) em (3):

$$\text{Carga Máxima} = \left( Q_{dil} \div \left[ \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{man})} \right] \right) \cdot C_{ef} \quad \text{Equação (4)}$$

## CENÁRIOS

Com o objetivo de ilustrar a variação da capacidade de assimilação do corpo hídrico foram realizadas simulações de despejos nos pontos de interesse. Três cenários foram escolhidos:

- Cenário 1: Sem tratamento de Esgotos Sanitários;
- Cenário 2: Tratamento com eficiência de 60% de remoção de DBO (Remoção mínima estabelecida pela RESOLUÇÃO No 430, DE 13 DE MAIO DE 2011);
- Cenário 3: Tratamento com eficiência de 90% de remoção de DBO.

Como a capacidade de assimilação do corpo hídrico varia também em função da concentração do efluente que está sendo lançado, foram calculadas as cargas máximas assimiláveis para cada cenário.

A simulação dos cenários foi feita por meio da utilização de planilhas construídas no software Microsoft Excel 2010, com base nas equações propostas. Em relação a cada cenário foi calculada uma população equivalente em função da contribuição per capita e da vazão máxima calculada.

$$\text{População Equivalente} = \frac{Q_{ef}}{q} \quad \text{Equação (5)}$$



Onde:

$q$  - Contribuição per capita de esgoto, em  $\text{m}^3/\text{hab.d.s.}$

## ANÁLISE DE RESULTADOS

### COMPARAÇÃO DE VAZÕES ECOLÓGICAS

De acordo com os diferentes métodos hidrológicos aplicados para o cálculo da vazão ecológica, pode-se observar, pelas Figuras 2 e 3, que a escolha da vazão de referência influencia diretamente na capacidade de diluição do corpo hídrico, determinando uma maior ou menor quantidade de água disponível no rio. Além disso, o método deve ser aplicado de forma individual para cada rio, ou mesmo, para diferentes trechos do rio, conforme grande variação observada entre os pontos de interesse, Figuras 2 e 3.

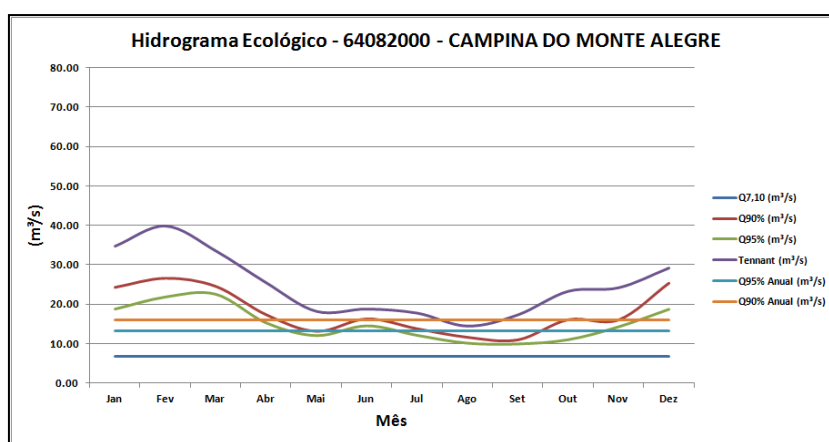


Figura 2: Hidrograma Ecológico Utilizando Diferentes Métodos Hidrológicos para a estação fluviométrica 64082000 - CAMPINA DO MONTE ALEGRE.

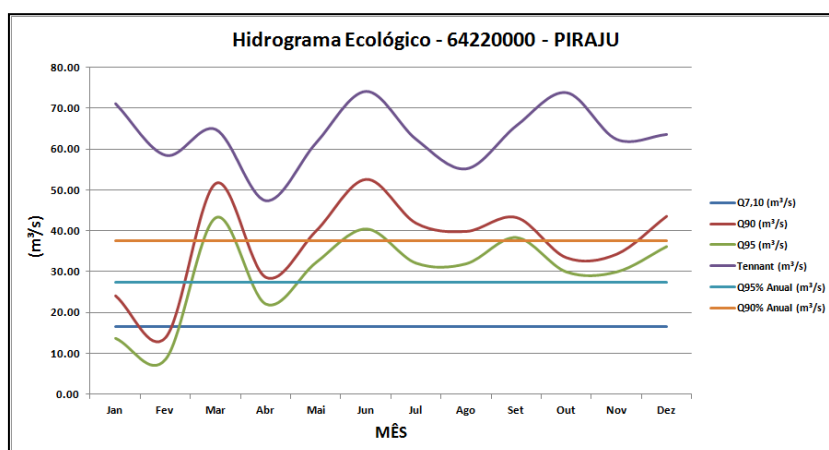


Figura 3: Hidrograma Ecológico Utilizando Diferentes Métodos Hidrológicos para a estação fluviométrica 64220000 - PIRAJU.

A diferença da variação sazonal entre as estações fluviométricas, explicitadas nas Figuras 2 e 3, pode ser explicada devido a presença de reservatórios, contribuições afluentes e/ou usos consuntivos à montante dos pontos de interesse.

A utilização de uma vazão de referência variável, que represente a sazonalidade das vazões, se comparada à utilização de um valor fixo ao longo do ano, aproxima o método matemático do regime hidrológico natural da bacia, sendo de suma importância para conservação e manutenção dos ecossistemas aquáticos. Tabelas 4 e 5.

**Tabela 3: Vazões ecológicas estimadas na estação fluviométrica 64082000 - CAMPINA DO MONTE ALEGRE, pelos diferentes métodos aplicados (m³/s).**

64082000 - CAMPINA DO MONTE ALEGRE												
Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Q <sub>7,10</sub> (m³/s)	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
Q <sub>90%</sub> (m³/s)	24.2	26.5	24.4	17.3	13.1	16.2	13.7	11.6	10.9	16.0	16.0	25.2
Q <sub>95%</sub> (m³/s)	18.8	21.9	22.6	15.2	12.0	14.5	12.0	10.0	9.8	10.9	14.2	18.8
Tennant (m³/s)	34.8	39.9	33.6	25.5	18.3	18.9	17.9	14.5	17.4	23.4	24.3	29.3
Q <sub>95% Anual</sub> (m³/s)	13.25	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
Q <sub>90% Anual</sub> (m³/s)	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0

**Tabela 3: Vazões ecológicas estimadas na estação fluviométrica 64220000 - PIRAJU, pelos diferentes métodos aplicados (m³/s).**

64220000 - PIRAJU												
Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Q <sub>7,10</sub> (m³/s)	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6
Q <sub>90%</sub> (m³/s)	24.1	13.9	51.5	28.6	39.9	52.5	41.8	39.8	43.2	33.4	34.2	43.5
Q <sub>95%</sub> (m³/s)	13.8	8.7	43.2	22.1	32.3	40.5	32.1	32.0	38.4	30.0	30.0	36.2
Tennant (m³/s)	71.1	58.5	64.8	47.4	61.5	74.1	62.4	55.2	65.7	73.8	62.4	63.6
Q <sub>95% Anual</sub> (m³/s)	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
Q <sub>90% Anual</sub> (m³/s)	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6	37.6

### VAZÃO MÁXIMA E CARGA DE DBO MÁXIMA DO EFLUENTE

A variação da carga máxima assimilável de DBO, para todos os cenários, foi considerável ao longo dos meses acompanhando a sazonalidade da vazão de diluição para a vazão de referência variável, conforme as Figuras 4(a) e 5(a). No entanto, ao comparar a variação do valor da carga máxima de DBO entre os três cenários, percebe-se uma variação muito pequena, de aproximadamente 9% entre os cenários 1 e 3. Tal fato é explicado pela álgebra da equação (4) que gera um aumento no valor da carga máxima caso todos os parâmetros sejam mantidos constantes e apenas concentração do efluente diminua.

A vazão máxima do efluente variou consideravelmente ao longo dos meses devido à sazonalidade da vazão de referência e, também, entre os cenários devido à redução da concentração de DBO no efluente.

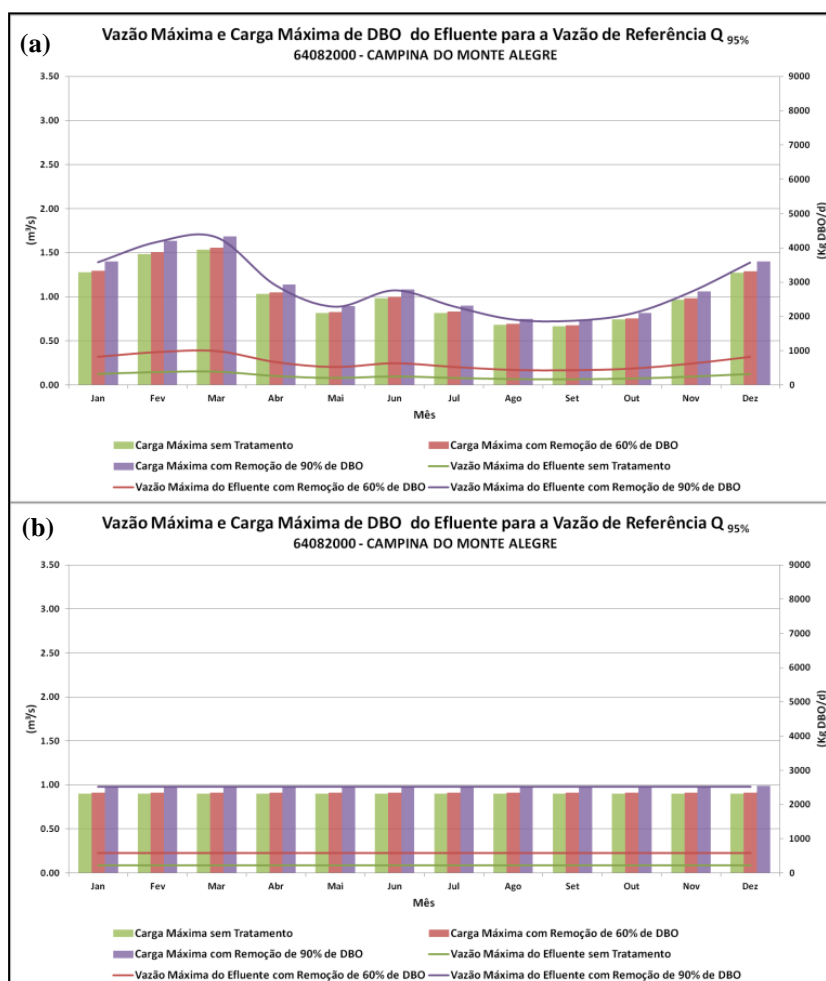


Figura 4: Variação da Vazão Máxima e Carga de DBO Máxima do Efluente para a Vazão de Referência  $Q_{95\%}$  variável (a) e fixa (b) para o Posto 64082000 - CAMPINA DO MONTEALEGRE.



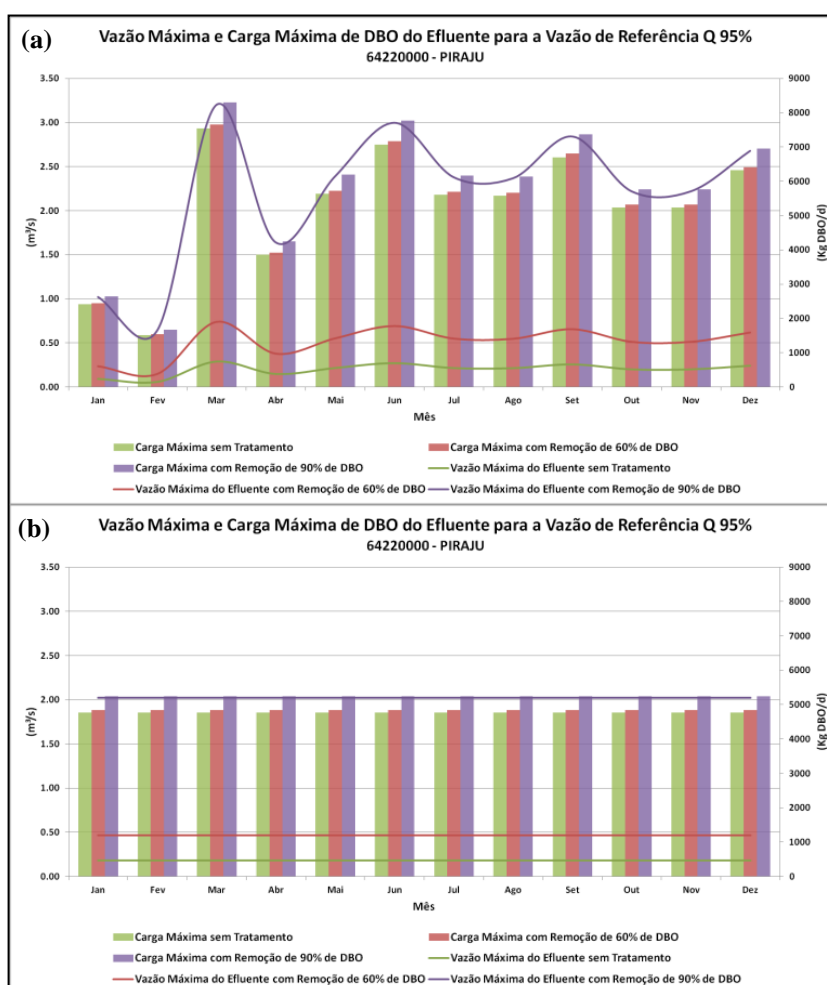
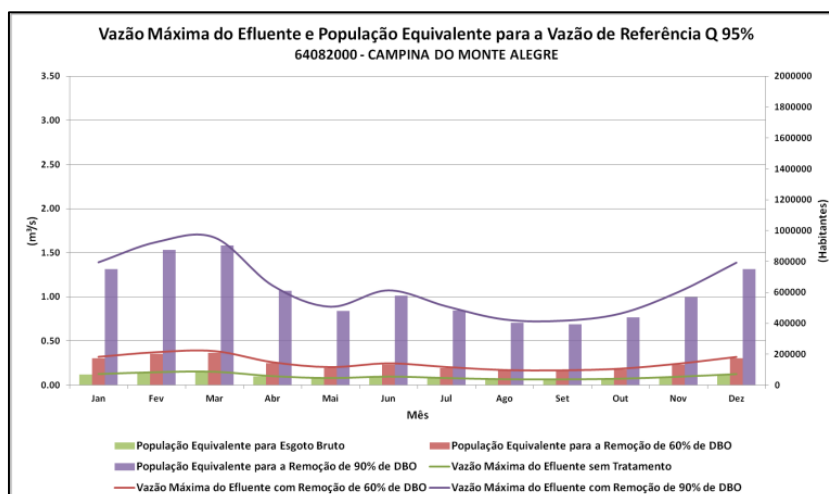


Figura 5: Variação da Vazão Máxima e Carga de DBO Máxima do Efluente para a Vazão de Referência  $Q_{95\%}$  variável (a) e fixa (b) para o Posto 64220000 – PIRAJU.

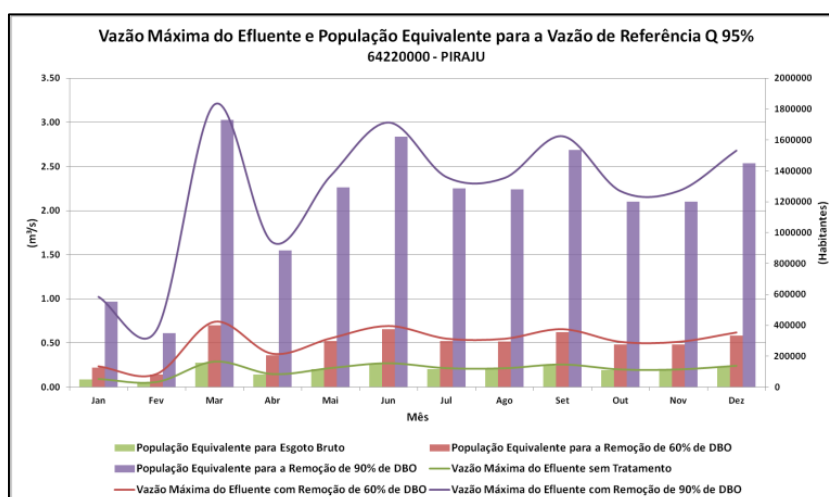
Ao comparar a carga máxima de DBO referente à  $Q_{95\%}$  fixa (Figura 4 (b) e 5(b)) e a  $Q_{95\%}$  variável (Figura 4 (a) e 5(a)), pode-se observar que a adoção de uma vazão de referência fixa superestima, e, subestima a capacidade de assimilação do corpo hídrico ao longo do ano. Isso acarretará na dificuldade de manutenção dos padrões de qualidade estabelecidos para o corpo hídrico ou no lançamento de uma quantidade menor de efluente do que o máximo permitido.

### VAZÃO MÁXIMA DO EFLUENTE E POPULAÇÃO EQUIVALENTE

A população equivalente é diretamente proporcional a variação da vazão do efluente, conforme a equação 5. As Figuras 6 e 7 ilustram o fato de que a atribuição de tratamentos com maior eficiência de remoção permite a contribuição de uma maior população no lançamento de efluente no corpo hídrico. No mês de Março, para a estação fluviométrica de Piraju (64220000), por exemplo, a população equivalente para o cenário 1 é de 5.0182 habitantes enquanto que para o cenário 3 é de 552.000 habitantes.



**Figura 6: Variação da Vazão Máxima e População Equivalente para a Vazão de Referência  $Q_{95\%}$  para o Posto 64082000 - CAMPINA DO MONTE ALEGRE.**



**Figura 6: Variação da Vazão Máxima e População Equivalente para a Vazão de Referência  $Q_{95\%}$  para o Posto 64220000 – PIRAJU.**

Analogamente a análise da carga máxima, ao comparar a população equivalente referente à  $Q_{95\%}$  fixa e a  $Q_{95\%}$  variável, verifica-se que a adoção de uma vazão de referência fixa, superestima, e, subestima a população equivalente contribuinte para pontos de interesse ao longo do ano.

## CONCLUSÕES

A necessidade de gerir os recursos hídricos de maneira integrada representa o grande desafio das próximas décadas. A análise integrada entre os dados de qualidade e quantidade de água, juntamente com a distribuição da população urbana e a disponibilidade de infraestrutura urbana e industrial, possibilita definir relações entre as condições de lançamento e a qualidade da água.

A identificação e mitigação dos conflitos gerados pelo uso da água é um dos aspectos fundamentais para manutenção da sustentabilidade dos ecossistemas. Como a qualidade da água é função da quantidade de água disponível no rio, que varia ao longo do ano (épocas de cheias e estiagens), a seleção da vazão de referência também integra o processo decisório. Conclui-se pelo presente trabalho, que a adoção de uma vazão de referência variável, representará a sazonalidade do corpo hídrico, garantindo a manutenção da sua capacidade de suporte. Analogamente, a quantidade de carga poluidora que aporta a um corpo d'água também deverá acompanhar a sazonalidade do corpo hídrico, visando o manejo que objetive a conservação e o uso sustentável da água.

Vale ressaltar que o valor da vazão ecológica não deveria ser definido em função da quantidade remanescente da outorga, como é feito atualmente, mas sim como um valor estabelecido, considerando o curso d'água como um usuário do recurso hídrico. Neste caso, a outorga para os demais usuários seria concedida de forma a garantir que a vazão ecológica estivesse sempre presente no curso d'água em questão. Porém, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos será o consumo humano e a dessedentação de animais, conforme previsto na legislação vigente.

O conceito de capacidade de suporte, adotado pela legislação federal, é de fundamental importância para uma gestão sustentável dos recursos hídricos. Por esse motivo deve-se avaliar a condição real do corpo hídrico em relação ao parâmetro de interesse, pois a condição natural utilizada na equação de diluição deste estudo pode não ter sido representativa e superestimar a quantidade de efluente que o corpo hídrico pode assimilar.

A melhoria contínua na gestão dos recursos hídricos requer pesquisas integradas envolvendo conhecimentos ecológicos, hidrológicos e socioeconômicos, como subsídios que possibilitem implementar a proposta de vazão de referência variável, que implicará em uma carga poluidora também variável. 1990.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA (Agência Nacional das Águas). Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil; Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos – Snirh no Brasil: arquitetura computacional e sistêmica. Brasília, 2009.  
Disponível em: < [http://piranhasacu.ana.gov.br/publicacoes/ implementacao\\_do\\_enquadramento.pdf](http://piranhasacu.ana.gov.br/publicacoes/ implementacao_do_enquadramento.pdf)> Acesso em Abril de 2014.
2. BRASIL. Instrução Normativa nº 4/2000 da SRH/MMA.
3. BRASIL. Resolução CNRH Nº 140, de 21 de Março de 2012 .  
Disponível em: [ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpssp/bibliote/ informe\\_eletronico/2012/iels.ago.12/Iels159/U\\_RS-MMA-CNRH-140\\_210812.pdf](ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpssp/bibliote/ informe_eletronico/2012/iels.ago.12/Iels159/U_RS-MMA-CNRH-140_210812.pdf)> Acesso em Abril de 2014.
4. BRASIL. Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de Março de 2005.  
Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em Maio de 2014.
5. BRASIL. Resolução CONAMA n.º 430 de 13 de Maio de 2011.  
Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em Maio de 2014.
6. Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (CEEIPEMA). Enquadramento dos rios da bacia do rio Paranapanema. (Relatório). Projeto gerencial. São Paulo, 55p, 1980.  
Disponível em : <<http://pnqa.ana.gov.br/Publicao/ Bacia% 20do%20Paranapanema.pdf>> Acesso em Abril de 2014.
7. DERISIO, José Carlos. Introdução ao Controle da Poluição Ambiental. 4ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
8. FARIAS JÚNIOR, J. E. F. “Análise das metodologias utilizadas para a determinação da vazão ecológica. Estudo de caso: Rio Coruripe/AL e Rio Solimões/AM”. Dissertação de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, p. 150, 2006.
9. KELMAN, Jerson. Outorga e Cobrança de Recursos Hídricos. Vitória, XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1997.
10. KING, J.; THARME, R.; BROUWEN, C.. “Definition and Implementation of Instream flows”. Prepared for Thematic Review II.1: Dams, ecosystem functions and environmental restoration. World Commission on Dams, Setembro 1999, 1999.
11. MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 2ed. Rio de Janeiro, José Olympio. 450p., 1981.
12. MACHADO, Carlos José Saldanha (org.). Gestão de Água Doces. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
13. RIO DE JANEIRO. DZ-215.R-4 – Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Sanitária.  
Disponível em: <[http://www.tesalab.com.br /site/downloads/INEA\\_DZ-215.pdf](http://www.tesalab.com.br /site/downloads/INEA_DZ-215.pdf)> Acesso em Maio de 2014.
14. SAMPAIO, T. Relatório sobre os estudos efetuados nos rios Itapetininga e Paranapanema. Revista do Instituto Geográfico e Geológico 2(3):30-81, 1944.
15. SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. Tratamento Biológico de Efluentes: Fundamentos e aplicações. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.
16. VON SPERLING, Marcos. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3ª Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.