



## V-001 - A RELAÇÃO DA AMPLIAÇÃO DA COBERTURA DE ESGOTO COM A MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS URBANOS – O CASO DO RIO CACHOEIRA EM JOINVILLE, SANTA CATARINA

**Therezinha Maria Novais de Oliveira<sup>(1)</sup>**

Pós-doutorado em Engenharia Sanitária. Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção. Graduação em Engenharia Sanitária. É professora titular e coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente da UNIVILLE.

**Thiago Zschornack<sup>(2)</sup>**

Mestre em Saúde e Meio Ambiente. Especialista em Engenharia de Produção, Suprimentos e Segurança do Trabalho, MBA em Gestão Ambiental. Graduado em Administração e Sistemas de Informação. É assessor técnico na Companhia Águas de Joinville.

**Endereço:** Universidade da Região de Joinville, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente. Rua Paulo Malschitzki N-10. Zona Industrial Norte. 89.219710 - Joinville, SC - Brasil

### RESUMO

A compreensão das relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente é essencial para o planejamento dos sistemas de saneamento nas cidades. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação do impacto da implantação do sistema público de esgotamento sanitário na qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, em Joinville, a qual abrange quase metade da população da cidade. Foram realizadas análises da qualidade da água em 10 pontos ao longo dos anos de 2011 a 2015, período em que foram incrementadas mais de 31.000 economias de esgoto nas sub-bacias do Rio. Para cálculo da qualidade da água utilizou-se o IQA – Índice de Qualidade da Água, padrão CETESB. De forma geral, o IQA médio do rio evoluiu de ruim para regular, fruto de uma redução no lançamento de esgoto de mais de cinco milhões de litros ao dia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rio Cachoeira, poluição, IQA, qualidade.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, informações do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2014) indicam elevados índices de internações hospitalares por diarreia, uma doença claramente relacionada ao inadequado saneamento ambiental. Diversas doenças infecciosas e parasitárias tem no meio ambiente uma fase de seu ciclo de transmissão, como por exemplo, as de veiculação hídrica, com transmissão feco-oral.

Um dos mecanismos de combate a poluição dos cursos d'água é a implantação de ações de saneamento básico, com a correta gestão dos resíduos sólidos, da drenagem urbana, do abastecimento de água e, principalmente, do sistema de coleta e tratamento de esgoto, proporcionando, assim, a eliminação de condições deletérias à saúde (IBGE, 2008).

O município de Joinville, situado na região nordeste do Estado de Santa Catarina, é considerado o terceiro polo industrial da Região Sul do Brasil. Segundo dados da Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Joinville (IPPUJ, 2015), o produto interno bruto *per capita* de Joinville figura entre os 15 maiores do país. Da mesma forma que outras regiões, Joinville possui um dos seus principais rios bastante poluído, seja por efluentes domésticos e industriais ou por resíduos sólidos. Pelos dados divulgados pelo SNIS em 2015, base 2014, nos quais se consideravam as cidades com mais de 100 mil habitantes, Joinville aparecia entre as 10 piores do Brasil em cobertura de esgoto, com um pouco mais de 18% de cobertura.

A Bacia do Rio Cachoeira, alvo de estudo deste trabalho, está inserida na região central da cidade de Joinville. Sua nascente localiza-se no bairro Costa e Silva, a 40 metros de altura do nível do mar e sua foz é caracterizada por estuário sob influência de marés e onde se encontram áreas com remanescentes de manguezais.

No início do século XX, o Rio Cachoeira, principal Rio desta Bacia, ainda possuía águas limpas e era possível tirar dele várias espécies de peixes. Porém, com o rápido aumento da população na década de 70, motivado pela imigração em função do “boom” industrial, houve um aumento significativo na quantidade de resíduos domésticos lançados no rio.

Infelizmente, os primeiros investimentos em esgotamento sanitário na cidade ocorreram apenas no final da década de 80. Ainda assim, pararam por ali. Do final da década de 80 até a metade dos anos 2000, não houve mais nenhum incremento de coleta e tratamento de esgoto na cidade. A cidade ficou quase três décadas com pífios 14% de cobertura.

Despoluir o Rio Cachoeira tem sido um desejo antigo da população joinvilense, por isso, quase sempre, esteve presente em planos de governo das várias gestões da cidade, embora nenhuma iniciativa tenha trazido resultados concretos. A partir de 2005 esta situação começou a mudar. De 2005 até 2015 foram realizados em Joinville diversos investimentos na expansão do sistema de esgotamento sanitário. A maior parte das obras se concentrou justamente na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, que abrange quase metade da população do município.

A importância deste estudo consiste no pressuposto de que, identificando a melhoria da qualidade da água do Rio Cachoeira após as obras de ampliação da cobertura de esgoto, pode se inferir alguns benefícios, tais como: a melhoria da condição ambiental do rio e de seu ecossistema, a melhoria na condição sanitária no município, com impactos diretos na saúde e no bem-estar social das pessoas que residem nesta bacia e nos respectivos gastos públicos destinados para este fim e, acima de tudo, uma rica base de informações para subsídio em pleitos para novos investimentos em coleta e tratamento de esgoto na cidade, fato que possibilitará a universalização do acesso ao sistema de esgotamento sanitário.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho utilizou-se majoritariamente da abordagem quantitativa, a qual se deu pela análise estatística dos dados de qualidade da água, dados estes obtidos do LCQ - Laboratório de Controle de Qualidade da Companhia Águas de Joinville, concessionária dos serviços de água e esgoto na cidade de Joinville.

A Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira faz parte do complexo Hídrico da Baía Babitonga, estando totalmente inserida na área urbana de Joinville, conforme se visualiza na figura 1. Drena uma área de 83,12 km<sup>2</sup>, que representa 7,3% da área do município ao longo de seu curso, de 14,9 km de extensão. Aproximadamente 49% da população reside dentro do perímetro da bacia que é de 59,31 km.

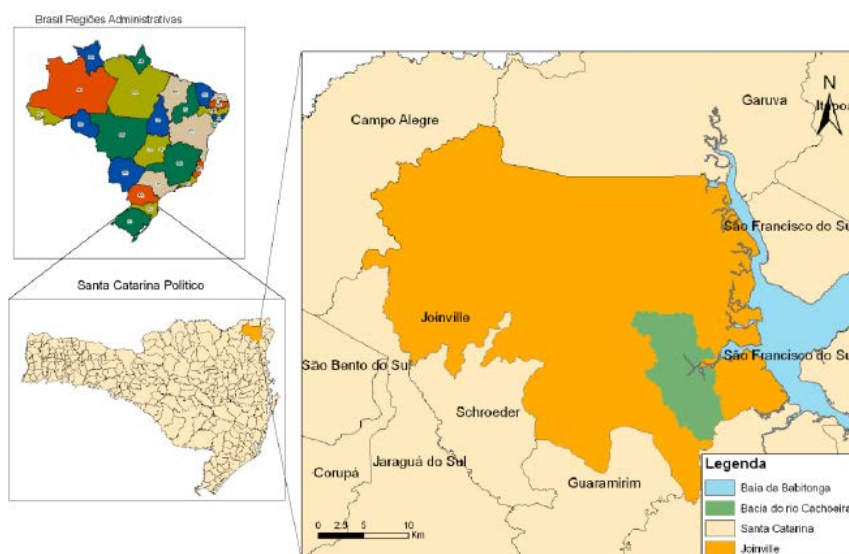


Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira. MAIA *et al* (2014)

Como a Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira ainda não possui plano diretor de recursos hídricos adota-se a classificação estabelecida pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, que em seu art. 42 estabelece que “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2”.

O rio Cachoeira, ilustrado na figura 2, é o principal rio da Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira. Sua nascente fica no bairro Costa e Silva, no Morro da Tromba, na junção das ruas Rui Barbosa e Estrada dos Suíços, logo após a Rodovia Federal BR-101. Ao longo de seus quase catorze quilômetros de extensão, recebe diversos afluentes, entre eles os rios Morro Alto, Mathias, Jaquarão; Bucarein, Bom Retiro e o Boa Vista. O Rio Cachoeira e seus afluentes pertencem exclusivamente a Joinville, ocupando uma área de cerca de noventa e dois quilômetros quadrados, o que envolve nove bairros da cidade. Desde a chegada dos primeiros colonizadores até hoje, seu leito sofreu uma série de interferências, sempre visando evitar enchentes ou para adaptá-lo a navegação.

Como o rio deságua na Lagoa do Saguacú, que liga à Baía da Babitonga, a foz é caracterizada por estuário sob a influência de marés. Assim, numa maré alta, na lua cheia, há uma inversão do fluxo de água em mais da metade de seu percurso, causando entrada de água salgada (MAIA *et al*, 2014).



Figura 2 - Rio Cachoeira no presente. UBERTI (2011)

## PONTOS DE COLETA

Foram definidos 10 pontos de coleta ao longo do Rio Cachoeira e seus afluentes. A escolha dos pontos levou em consideração os seguintes critérios: cronograma-físico de ativação das ligações de esgoto da empresa concessionária (Águas de Joinville) e acessibilidade para coleta. As coletas foram realizadas semestralmente, sempre nos meses de abril e setembro de cada ano. O ano de 2011 foi definido como primeiro ano de monitoramento por que deu início às primeiras ativações das novas ligações de esgoto.

Os pontos de coleta, as bacias, as bacias à montante e a data de liberação das ligações das bacias à montante, seguem apresentadas na tabela 1.

**Tabela 1 – Pontos de coleta e sub-bacias de abrangência**

Ponto de coleta	Bacia abrangida	Bacia(s) a montante	Liberação conexão
RBC1 – Rio Jaguarão, Pontilhão na Rua Urussanga (Fundos Havan);	Bacia Centro (Casan)	Bacia 6	Início dos anos 90
RBC3 – Rio Morro Alto, Pontilhão na Rua Orestes Guimarães (Centreventos);	Bacia Centro (Casan)	Bacia 4	Início dos anos 90
RBC4 – Rio Mirandinha, Pontilhão Rua Dona Francisca;	Bacia 5	Bacia 3.2	31/01/2012
RBC5 – Rio Mirandinha, Pontilhão Rua Rio Negrinho;	Bacia 5	Bacia 3.2	31/01/2012
RBC6 – Rio Mirandinha, Pontilhão Rua da Américas;	3.2	-	22/09/2014
RBC7 – Rio Cachoeira, Pontilhão na Rua Prudente de Moraes (Flotflux);	3.1B	Bacia 3.1A	21/09/2012
RBC8 – Rio Bom Retiro, Pontilhão na Rua Gen. Camara;	3.2	-	22/09/2014
RBC9 – Rio Cachoeira/Alvino Vohl, Pontilhão na Rua João Vogelsanger;	3.1B	-	17/03/2016
RBC10 – Rio Cachoeira, Pontilhão na Rua Felix Heinzemann;	3.1B	Bacia 3.1A	20/02/2014
RBC11 – Rio Cachoeira, Pontilhão na Rua Alicia Bittencourt Ferreira.	3.1A	-	26/09/2014

## MÉTODOS DE ANÁLISE DOS PARÂMETROS

Os dados de qualidade da água do Rio Cachoeira foram coletados do banco de dados da Companhia Águas de Joinville e compreenderam o período de 2011 a 2015. Os métodos utilizados para as análises de cada um dos parâmetros se baseiam no *Standard Methods for Examination Water and Wastewater 22<sup>o</sup> Edition*.

## ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA

O índice escolhido para medição da qualidade da água foi o IQA – Índice de Qualidade da Água. Este índice foi adaptado pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo a partir do NSF-WQI da *National Sanitation Foundation* - NSF. A NSF, com sede nos EUA, desenvolveu este indicador na década 70. O trabalho contou com a participação de diversos pesquisadores e tinha como objetivo principal criar um indicador padrão para medição e comparação da qualidade da água entre os vários países.

Segundo Piasentin *et al* (2009), este índice foi desenvolvido visando avaliar o impacto dos esgotos domésticos nas águas utilizadas para abastecimento público, não representando efeitos originários de outras fontes poluentes.

O IQA traz dados de qualidade de água inter-relacionados, aglutinando as variáveis em um indicador único (DERÍSIO, 2000).

Ele é definido pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2 – Parâmetros e pesos utilizados no IQA. CETESB (2011)**

Variáveis	Unidades	Peso (W)
Coliformes fecais	NMP/ 100 mL	0,15
pH	-	0,12
DBO5	mg/L	0,10
Nitrogênio Total	mg/L	0,10
Fósforo Total	mg/L	0,10
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	UNT	0,08
Sólidos Totais	mg/L	0,08
Oxigênio Dissolvido	% saturação	0,17

A equação utilizada para cálculo do IQA segue apresentada abaixo:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

**Figura 3 – Fórmula de cálculo do IQA. CETESB (2011)**

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, representado por um número em escala contínua de 0 a 100.

$q_i$  = qualidade individual (sub-índice de qualidade) do  $i$ -ésimo parâmetro, obtido de acordo com a curva do parâmetro.

$w_i$  = é o peso atribuído ao parâmetro  $i$ .

$i$  = numero de parâmetros

Além de seu peso ( $w$ ), cada parâmetro possui um valor de qualidade ( $q$ ), obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida, conforme se apresenta na figura abaixo.

Depois de realizados os cálculos, o IQA classifica a água de acordo com o valor atribuído à mesma, conforme se verifica na tabela 3.

**Tabela 3 – Faixas de classificação do IQA. CETESB (2011)**

Valor	Qualificação
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Razoável
20-36	Ruim
0-19	Péssima

Para apuração dos valores do IQA foi utilizado o programa gratuito QualiGraf - versão 2014, disponível para download no site da FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.

## RESULTADOS

### ATIVAÇÃO DAS LIGAÇÕES DE ESGOTO

Na tabela 4 é apresentada a distribuição das economias ativadas na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira no período de 2011 a 2015.

**Tabela 4 – Economias ativadas na Bacia do Rio Cachoeira (2011-2015)**

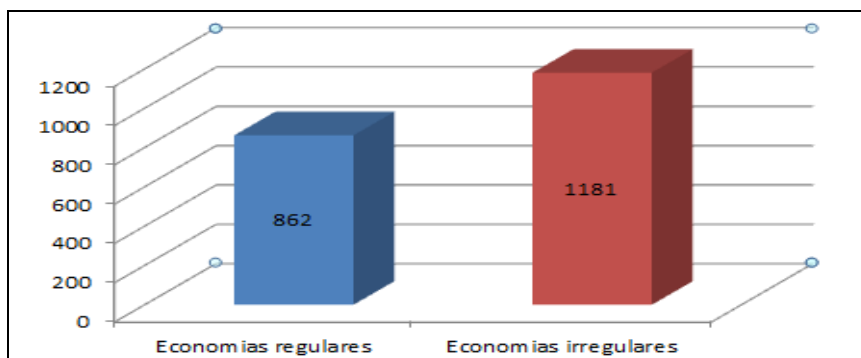
Regiões	Economias Existentes	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Bacia 3.1A	-	0	0	0	1.920	3.811	<b>5.731</b>
Bacia 3.1B	-	0	875	2.167	3.472	1.398	<b>7.912</b>
Bacia 3.2	-	0	0	0	390	6.110	<b>6.500</b>
Bacia 4	-	0	850	547	1388	1189	<b>3.974</b>
Bacia 5	-	2.535	473	41	196	-40	<b>3.205</b>
Bacia 6	-	0	0	0	1702	85	<b>1.787</b>
Centro	24.607	332*	1933*	-313*	958*	-936***	<b>26.581</b>
Fátima	841	10*	32*	-94*	-3*	36*	<b>822</b>
Ulisses Guimarães	-	0	0	0	0	581	<b>581</b>
Adhemar Garcia	420	3*	4*	5*	1*	1*	<b>434</b>
Profipo**	539	0	0	200	0	0	<b>739</b>
<b>Total</b>	<b>26.407</b>	<b>2.880</b>	<b>4.167</b>	<b>2.553</b>	<b>10.024</b>	<b>12.235</b>	<b>58.266</b>

\* Refere-se exclusivamente ao crescimento vegetativo ou a pequenas extensões de rede.

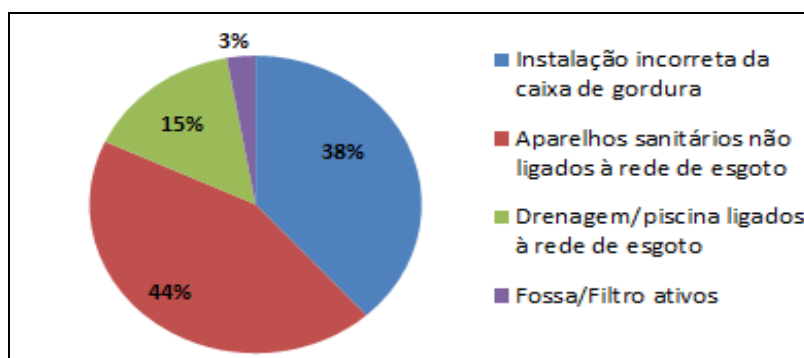
\*\*Refere-se a economias ativas, porém, não faturadas, devido a problemas de acesso às redes.

\*\*\* Reflexo da alteração na resolução 52/2015 da AMAE - Agência Reguladora Municipal de Joinville no que diz respeito à categoria comercial.

Os resultados apresentados nas Figuras 4 e 5 mostram a situação das ligações domiciliares nas Bacias de Esgotamento Sanitário 3.1A e 3.1B, no período compreendido entre julho de 2015 e março de 2016.



**Figura 4 - Situação das ligações domiciliares**



**Figura 5 - Tipo de irregularidade das ligações**

Os resultados encontrados mostram um percentual significativo de ligações irregulares na rede coletora de esgoto – quase 60%. No tocante aos tipos de irregularidades, verifica-se que o de maior ocorrência é o de “aparelhos sanitários não ligados à rede de esgoto” – 44% do total.



## ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Considerando a média aritmética dos Índices de Qualidade de Água dos 10 pontos avaliados neste estudo, apresenta-se na figura 6 a evolução do IQA Geral de 2011 a 2015. Se consideradas apenas as médias dos anos 2011 e 2015, o IQA Geral evoluiu de 27,5 para 45,8.

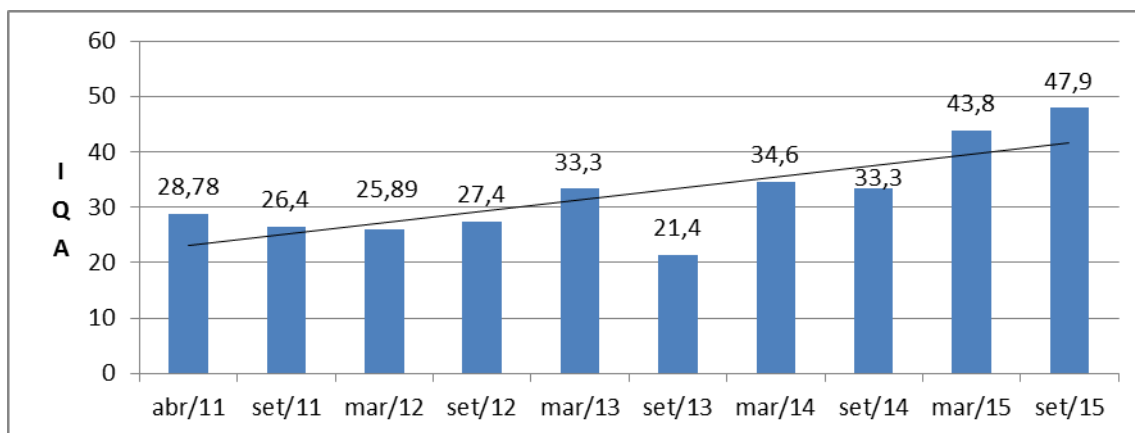


Figura 6 – IQA Geral

Se a apresentação dos dados for feita considerando os 10 pontos em um único gráfico, conforme apresentado na figura 7, é possível observar que a evolução do IQA tem ocorrido em todos os pontos, de forma bastante distribuída.

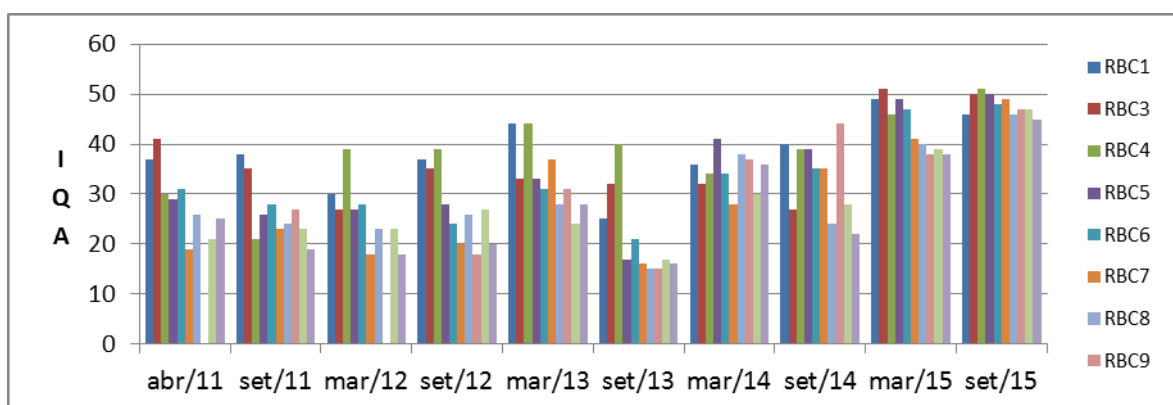


Figura 7 – IQA por ponto monitorado

## ANÁLISE POR PONTO E PARÂMETRO

Analisando a variação dos nove parâmetros considerados ao longo do período de 2011 a 2015, percebeu-se que, desconsiderando os parâmetros de pH e temperatura, que não apresentaram variação significativa e sempre atenderam aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, todos os demais parâmetros apresentaram uma melhora considerável. O destaque maior ficou por conta dos parâmetros com maior peso na composição do IQA, que são: OD - Oxigênio Dissolvido, DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio e CT - Coliformes Termotolerantes. Avaliando estes três parâmetros em termos de atendimento aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 - para rios Classe 2 – água doce, observou-se um salto de 2,5% de atendimento no período 2011/2012 para 50% de atendimento no período 2014/2015.

Apesar do parâmetro Coliformes Termotolerantes não atender em nenhum momento os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, dos dez pontos analisados em seis houve melhora na comparação de 2011 para 2015.

## ESTUDOS CORRELATIVOS

### MARÉ E QUALIDADE DA ÁGUA

Na análise correlativa entre a altura das marés e o IQA, conforme apresentado na tabela 5, nota-se que há uma correlação negativa em todos os pontos<sup>1</sup>. Ou seja, nos dias de maré mais baixa o índice de qualidade da água tem se apresentado melhor, independente do sentido do fluxo (enchente ou vazante). Com relação a intensidade desta correlação, ela é moderada na maioria dos pontos, sendo desprezível em apenas uma ocasião.

**Tabela 5 – Correlação entre maré e IQA**

Ponto	Coef. de Pearson / Spearman	Intensidade	Situação da maré
RBC1	-0,48 / -0,52	Moderada	Enchente
RBC3	-0,12 / 0,02	Desprezível	Enchente
RBC4	-0,73 / -0,67	Mod. / Forte	Vazante
RBC5	-0,62 / -0,65	Moderada	Enchente
RBC6	-0,54 / -0,50	Moderada	Enchente
RBC7	-0,65 / -0,68	Moderada	Enchente
RBC8	-0,56 / -0,47	Moderada	Enchente
RBC9	-0,68 / -0,66	Moderada	Vazante
RBC10	-0,61 / -0,63	Moderada	Vazante
RBC11	-0,42 / -0,34	Fraca	Enchente

Considerando apenas os parâmetros que representam quase 50% do peso do IQA (OD, DBO e Coliformes Termotolerantes), os resultados da correlação com a maré foram os seguintes:

**Tabela 6 – Correlação entre maré e DBO, OD e CT**

Ponto	Coef. de Pearson / Spearman		
	DBO	OD	CT
RBC1	0,45 / 0,32	-0,54 / -0,51	0,09 / 0,13
RBC3	-0,29 / -0,13	-0,40 / -0,47	-0,16 / 0,13
RBC4	0,80 / 0,71	-0,77 / -0,74	0,11 / 0,24
RBC5	0,77 / 0,53	-0,53 / -0,55	0,45 / 0,59
RBC6	0,72 / 0,60	-0,44 / -0,31	0,07 / 0,27
RBC7	0,43 / 0,50	-0,68 / -0,74	-0,09 / 0,04
RBC8	0,85 / 0,52	-0,60 / -0,73	0,37 / 0,17
RBC9	0,38 / 0,37	-0,62 / -0,54	0,18 / 0,05
RBC10	0,61 / 0,40	-0,65 / -0,70	-0,05 / -0,08
RBC11	0,48 / 0,41	-0,27 / -0,19	-0,15 / -0,08

### REMOÇÃO DE CARGA ORGÂNICA E ESTIMATIVA DE VAZÃO

Considerando os dados utilizados pela CAJ para dimensionamento dos projetos de esgoto<sup>2</sup>, estima-se que as novas Bacias 3, 4 e 5 ativadas até 2015, somadas, correspondem a uma contribuição de aproximadamente 5,8 toneladas de carga orgânica por dia. A fórmula utilizada levou em consideração uma eficiência de remoção de DBO de 80%, calculada conforme a equação II:

<sup>1</sup> Este estudo não considerou nenhum modelo conceitual de circulação de água do Rio Cachoeira, apenas utilizou-se de informações existentes de maré para inferir algumas hipóteses quanto ao comportamento do fluxo do Rio em relação a alguns parâmetros de qualidade da água.

<sup>2</sup> Foi utilizado o valor de 385 mg/L para DBO de entrada na ETE Jarivatuba.



$$E = \frac{C_e - C_s}{C_e} \times 100$$

**Figura 8 – Remoção de DBO**

em que:

E = eficiência de remoção (%);  
 C<sub>e</sub> = concentração na entrada;  
 C<sub>s</sub> = concentração na saída;

Se considerarmos que todos os imóveis existentes nestas regiões da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira possuíam o sistema de fossa e filtro com manutenção adequada (o que na prática não ocorria), ainda sim ter-se-ia uma contribuição aproximada<sup>3</sup> de 2,9 toneladas de carga orgânica sendo lançada diretamente na bacia do rio Cachoeira todos os dias.

Se calcularmos a contribuição *per capita* potencial de DBO/dia<sup>4</sup> e o volume potencial de esgoto/dia que têm sido deixados de ser lançado no Rio Cachoeira em função da ativação das novas economias de esgoto, chegaremos a valores parecidos. Estima-se que de 2011 a 2015 entre 2.300 Kg e 4.645 Kg de carga orgânica (DBO) deixaram de ser lançadas diariamente no rio Cachoeira.

No que tange ao volume de esgoto que deixa de ser lançado no rio Cachoeira diariamente, estima-se que este valor seja próximo de 5,7 milhões de litros/dia. Neste caso, considerou-se que 42% das ligações estavam regulares, conforme dados obtidos na 1ª fiscalização realizada pela Companhia Águas de Joinville em 2015 (Bacia 3).

Quanto aos níveis de vazão do Rio Cachoeira, monitorou-se os mesmos no ponto CA1, localizado entre os pontos RBC1 e RBC3. Os dados são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7 - Análise estatística descritiva de vazão – Ponto CA1. CAGNETI (2016)**

Períodos e economias ativas	Média (m <sup>3</sup> /s)	Desvio Padrão (m <sup>3</sup> /s)	Mínimo (m <sup>3</sup> /s)	Máximo (m <sup>3</sup> /s)
2010-2013 – 9.600 economias ativas	0,59	0,48	0,13	3,26
2014 – 19.624 economias ativas	0,41	0,19	0,12	0,86
2015 – 31.859 economias ativas	0,52	0,29	0,22	1,38

A partir das vazões medidas, estimou-se pelas diferenças das mesmas o volume potencialmente reduzido entre os períodos de 2010 e 2015. O volume médio calculado foi de 6.048.000 litros/dia.

## CONCLUSÕES

A compreensão das relações entre saneamento, saúde e meio ambiente constitui uma das etapas mais importantes no planejamento de qualquer política pública. Todo o investimento requer um retorno, seja ele mensurável ou não. No caso do investimento em saneamento, especificamente no componente de esgotamento sanitário, o maior retorno reside na melhoria das condições ambientais, sociais e de saúde pública.

A partir deste estudo realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, em Joinville, foi possível constatar que as obras de expansão do sistema de esgotamento sanitário realizadas no município vêm apresentando impacto positivo na qualidade da água dos rios que a compõem. Fato que ajuda a confirmar que os

<sup>3</sup> A NBR 13969:97 considera uma eficiência teórica de 40 a 75% de remoção de carga orgânica para sistemas fossa e filtro. Utilizou-se o valor de 50% de eficiência para o cálculo.

<sup>4</sup> Foi considerado 54 gramas/usuário/dia para DBO e 160 litros/usuário/dia para esgoto, conforme referenciado pela literatura (PIVELI, 2001).



investimentos em esgotamento sanitário representam a principal solução para a despoluição de qualquer rio urbano.

Embora ainda falte bastante para a universalização do atendimento público de esgoto no município, já foi possível evidenciar diversos benefícios para a população. Dentre estes benefícios, destacam-se: a redução da exposição das pessoas aos agentes nocivos presentes no esgoto, redução do desconforto decorrente do mal cheiro antes frequente, mudança da paisagem da cidade (hoje já é possível ver pessoas pescando no Rio) e, talvez o mais importante, o sentimento despertado de que o Rio Cachoeira pode se tornar novamente uma fonte de lazer e ganhos econômicos para a sociedade joinvilense.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL, **Resolução CONAMA nº357**, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
2. CAGNETI, C. **Análise da variação de parâmetros de qualidade de água na Bacia do Rio Cachoeira no período de 2010 a 2015**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil. Universidade do Estado de Santa Catarina. 2006.
3. CHEROBIM, A., P, M., S; MARTINS, G. A.; SILVEIRA, J. A. G., **Abordagem metodológica qualitativo-quantitativa em pesquisas na área de administração**. Disponível em: [http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad\\_2003/EPA/2003\\_EPA249.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad_2003/EPA/2003_EPA249.pdf). Acesso em: 20/08/2016.
4. DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000.
5. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro, 2010.
6. IPPUJ – Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville. **Joinville, cidade em dados 2015**. Joinville, 2015.
7. MAIA, B. G. de O; KLOSTERMANN, D.; RIBEIRO, J. M. G.; SIMM, M.; OLIVEIRA, T. M. N.; BARROS, V. G. **Bacias Hidrográficas da Região de Joinville**. Gráfica e Editora 3 de Maio LTDA. Blumenau, Abril de 2014.
8. PIASENTIN, A.M.; SEMENSATTO JUNIOR, D.L.; SAAD, A.R.; MONTEIRO JUNIOR, A.J.; RACZKA, M.F. **Índice de Qualidade da Água (IQA) do Reservatório Tanque Grande, Guarulhos (SP): Análise Sazonal e Efeitos do Uso e Ocupação do Solo**. Geociências, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 305–317, 2009.
9. PIVELI, R. P. **Tratamento de esgotos sanitários**. Apostila técnica. 2001. Disponível em: [www.ctec.ufal.br/.../APOSTILA%20-%20TRATAMENTO%20DE...](http://www.ctec.ufal.br/.../APOSTILA%20-%20TRATAMENTO%20DE...) Acesso em: 15/06/2016.