

VARIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO IGUAÇU ENTRE 1987 E 2012

Tiago Martins Bacovis (Engenheiro Ambiental do Instituto das Águas do Paraná);
tiagobacovis@hotmail.com

Marciel Lohmann (Professor Adjunto no Departamento de Geociências da Universidade
Estadual de Londrina)

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade das águas superficiais do rio Iguaçu na sub-bacia hidrográfica do Alto Iguaçu, localizada no estado do Paraná através do Índice de Qualidade de Água – IQA, desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF) dos EUA. Os dados empregados nesta pesquisa foram obtidos em oito estações de qualidade da água monitoradas pelo Instituto das Águas do Paraná no período de 1987 a 2012. Foram construídos e analisados gráficos e tabelas que apresentam a variação média temporal da qualidade da água no decorrer dos anos. Os resultados do IQA demonstraram perda progressiva da qualidade das águas do rio Iguaçu ao passar por Curitiba e RMC, áreas urbanizadas e densamente habitadas cujo aporte de esgoto doméstico e industrial é alto. O início da melhoria de sua qualidade ocorre na região de Porto Amazonas, devido ao uso e ocupação do solo somado ao aumento da área de drenagem e aos mecanismos de autodepuração. As médias de IQA, calculadas para as águas do rio Iguaçu, variaram de 23,3 a 85,7, sendo sua qualidade classificada de péssima a boa.

Palavras-chave: qualidade da água, rio Iguaçu, urbanização.

WATER QUALITY VARIATION BETWEEN 1987- 2012 IN THE UPPER IGUAÇU RIVER'S SUB WATERSHED

Abstract: This study aimed to evaluate the quality of surface waters of the Iguaçu River, in the Upper Iguazu River's sub watershed, in the state of Paraná through the Water Quality Index - WQI, developed by the National Sanitation Foundation (NSF). The data used in this research were obtained between 1987 and 2012, in eight stations monitored by the Instituto

das Águas do Paraná that evaluate the quality of water. The graphs and tables were built and analyzed to show the variation of water quality over the years. The WQI results showed progressive loss of quality in Iguaçu River's waters when it passes through Curitiba and RMC an urbanized and very populated areas where domestic and industrial sewage discharges are high. In the region of the Porto Amazonas its quality begins to improve due to the use and occupation of the land plus the increased drainage area and water depuration. The WQI averages of Iguaçu River were between 23,3 a 85,7 and its quality was classified from very bad to good.

Keywords: water quality, Iguaçu River, urbanization.

1. INTRODUÇÃO

Segundo A partir da segunda metade do século XX a ocupação do território pelas pessoas sofreu uma forte mudança, iniciando um fenômeno denominado de urbanização. Neste fenômeno, tem-se a concentração da população em pequenas áreas, motivada principalmente pela transformação de uma economia rural para uma economia industrial e de serviços (TUCCI, 2008; TUCCI, 2010).

Esta passagem de um modo de vida essencialmente rural para um modo de vida, denominado urbano, trouxe consigo inúmeras variáveis que passaram a ser objeto de estudo de várias ciências. No contexto ambiental destaca-se o estudo da influência antrópica sobre os compartimentos ambientais, em que são analisados qualitativa e quantitativamente os impactos humanos nos mesmos.

Um dos principais recursos naturais estudados é a água. De acordo com dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2007), de toda a água do planeta, 97,5% são de água salgada e apenas 2,5% de água doce, sendo que desta, apenas 0,3% representa as águas superficiais presentes em rios e lagos.

Sabe-se que rios e lagos são importantes para a dinâmica da vida da população, pois é através destes que se obtém água para o abastecimento humano, industrial, agrícola, geração de energia elétrica, diluição de efluentes além de outros usos. Segundo TUNDISI (2003), o suprimento de água doce de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico, qualidade de vida e manutenção dos ciclos no planeta.

Especificamente sobre esse recurso no estado do Paraná, destaca-se o rio Iguaçu, que é o maior em extensão, com 1320 km. Sua bacia hidrográfica possui uma área de

drenagem total de 70.800 km², sendo que, dentro dos limites estaduais, do Paraná, cobre uma superfície de 55.024 km², representando 30% da área do estado (SEMA, 2010a).

Sua bacia hidrográfica é responsável por 28% de todo o consumo de água do Paraná com demanda hídrica de aproximadamente 25,81 m³/s (SEMA, 2010a). Segundo a SEMA (2010b), 81% do consumo de água da bacia provém de mananciais superficiais sendo que 62% são destinados ao abastecimento público. Também ocorrem nesta bacia aproveitamentos hidrelétricos como as usinas hidrelétricas de Salto Santiago (1.420 MW), de Segredo (1.260 MW), de Salto Caxias (1.240 MW) e de Salto Osório (1.078 MW) (SEMA, 2010b).

O rio Iguaçu atravessa áreas densamente urbanizadas, como a capital do estado e sua região metropolitana, fato este que compromete diretamente a sua qualidade. O extenso grau de urbanização e o aumento populacional resultam em uma multiplicidade de impactos sobre os ecossistemas aquáticos como o aumento da poluição da água, acidificação de lagos e rios e alteração dos ciclos hidrológicos (TUNDISI, 2003).

Tal fato também é destacado por CETESB (2003) e MOLINA (et al., 2006), mostrando que o impacto ambiental devido ao lançamento de efluentes nos rios tem crescido a taxas preocupantes, principalmente em grandes centros urbanos, expressando a carência de redes de esgoto sanitário e a baixa conscientização da população em relação à conservação dos corpos hídricos.

Nesse sentido, a necessidade de um maior conhecimento e controle da variabilidade temporal e espacial levou ao desenvolvimento de índices de qualidade das águas. A premissa dos índices de qualidade é agrupar uma série de variáveis numa escala comum, combinando-as em um único número (ALMEIDA & SCHWARZBOLD, 2003).

Segundo BOLLMANN & EDWIGES (2008), para a análise da qualidade da água, bem como determinar o grau de poluição e contaminação das águas deve-se ter uma abordagem sistêmica, procurando integrar parâmetros físicos, químicos e biológicos; assim, são necessários indicadores que reflitam o máximo possível o estado geral destes ecossistemas aquáticos, compostos tanto por elementos bióticos como abióticos.

O indicador que melhor afere este estado geral é o IQA (Índice de Qualidade das Águas), desenvolvido pela National Sanitation Foundation - NSF dos Estados Unidos e adaptado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), à realidade brasileira, sendo calculado pelo produto ponderado de nove variáveis que o integram.

No Brasil a classificação dos corpos d'água é regulamentada pela Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para

o seu enquadramento sendo classificadas segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. As águas doces são classificadas em classe especial, 1, 2 3 e 4, sendo a classe 4 a única a não se enquadrar para o abastecimento humano.

Segundo a Resolução nº 04/2013 do Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira – COALIAR, o rio Iguaçu é enquadrado de suas nascentes formadoras do rio Iraí até a captação da Companhia de Saneamento do Paraná- SANEPAR na BR 277 como classe 3, à jusante até a foz do rio Itaqui em Balsa Nova como classe 4, da foz do rio Itaqui até as corredeiras em Porto Amazonas como classe 3. Posteriormente, à jusante segundo a Portaria SUREHMA nº 020/92 enquadra-se como classe 2.

Em vista do exposto e da importância que se revela o uso da água pela população, o presente trabalho teve como objetivo determinar a variação da qualidade da água do rio Iguaçu no período de 1987 até 2012, considerando uma parte da sub-bacia do Alto Iguaçu, onde se localiza a maior malha urbana do Estado.

1.1. ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu (Figura 1) esta dividida nas seguintes unidades hidrográficas de gestão de recursos hídricos, Baixo Iguaçu, Médio Iguaçu e Alto Iguaçu (CERH/PR, 2006). A área objeto de estudo compreende uma parte da sub-bacia do Alto Iguaçu, com 6035 km², desde as suas nascentes até a estação São Mateus do Sul, à montante da confluência do rio Negro com o rio Iguaçu, abrangendo 26 municípios do estado do Paraná. Ainda que o rio Negro faça parte do Alto Iguaçu, optou-se por não abranger sua bacia hidrográfica no estudo, pois ele deságua à jusante da última estação desta sub-bacia.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Em direção ao sudoeste do estado o rio Iguaçu recebe diversos outros rios contribuintes.

Diversos índices de qualidade da água têm sido desenvolvidos nos últimos 40 anos. Um dos pioneiros no desenvolvimento de tais índices foi o NSF dos Estados Unidos. Brown et al. (1970) em parceria com mais de 140 especialistas em gerenciamento de qualidade da água, que realizaram uma pesquisa cujo objetivo era avaliar quais os parâmetros mais relevantes para inclusão como componente de cálculo do IQA. Os parâmetros selecionados foram oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais (termotolerantes), potencial hidrogeniônico

(pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais, turbidez e temperatura, sendo que para cada um foi atribuído um peso, de acordo com a sua importância relativa no cálculo, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração de cada (ABBASI & ABBASI, 2012).

O IQA foi adaptado pela CETESB à realidade brasileira e é calculado pelo produto ponderado das nove variáveis que integram o índice, por meio da seguinte fórmula (figura 2):

Figura 2 – Fórmula do IQA.

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

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, sendo um número variando entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro obtido em função da sua concentração ou medida, variando entre 0 e 100;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade variando entre 0 e 1;

n: número de parâmetros que entram no cálculo, sendo igual a 9.

A partir do cálculo realizado pode-se determinar a qualidade das águas brutas, variando numa escala de 0 a 100, conforme Tabela 1.

Para o estado do Paraná a determinação da qualidade das águas em relação ao valor calculado de IQA obedece aos critérios apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação entre IQA, classes dos rios e qualidade da água.

IQA	Classe	Qualidade da Água
91 – 100	1	Ótima
71 – 90	2	Boa
51 – 70	3	Razoável
26 – 50	4	Ruim
00 – 25	Fora de Classe	Péssima

Outros índices, também, têm sido desenvolvidos para auxiliar nos departamentos de controle de qualidade da água nos Estados Unidos, Canadá e Malásia. Entretanto a maioria é baseada no IQA desenvolvido pela NSF e utilizam no mínimo oito parâmetros no seu cálculo como o: OWQI (Oregon Water Quality Index), FWQI (Florida Stream Water Quality Index), WEPWQI (Watershed Enhancement Programme Water Quality Index) e o BCWQI (British Columbia Water Quality Index) (SAID et al., 2004).

Neste trabalho foram utilizados os dados de IQA para avaliar a condição de um corpo hídrico que cruza áreas urbanizadas. Outros autores também utilizaram deste mesmo índice podendo citar o Instituto Mineiro de Gestão das Águas no monitoramento da qualidade das águas superficiais na bacia do Rio Doce (IGAM, 2008) BOLLMANN & EDWIGES (2008) em seu estudo de caso na bacia do rio Belém, TOLEDO & NICOLELLA (2002) em microbacias sob diferentes usos, urbano e agrícola, CORADI et al., (2009a) nos principais afluentes da Lagoa Mirim-RS e CORADI et al., (2009b) nos cursos de água que cruzam o município de Pelotas-RS.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa consistiu na avaliação de dados históricos de qualidade da água do rio Iguaçu no período de 1987 e 2012 em oito estações hidrométricas, a partir do cálculo do IQA desenvolvido pela NSF. Os dados foram obtidos no Sistema de Informações Hidrológicas do Instituto das Águas do Paraná (SUDERHSA, 2002).

A seleção das estações de monitoramento baseou-se em três critérios, sendo a localização, período de monitoramento e parâmetros monitorados. Considerando o aspecto geográfico foram adotadas estações localizadas nos dois principais formadores do rio Iguaçu, representando suas nascentes e ao longo de sua extensão, considerando o limite a bacia do Alto Iguaçu. Quanto ao período de monitoramento procurou-se adotar um período de monitoramento semelhante a todas as estações abrangendo o maior número possível de anos, considerando de 1987 a 2012.

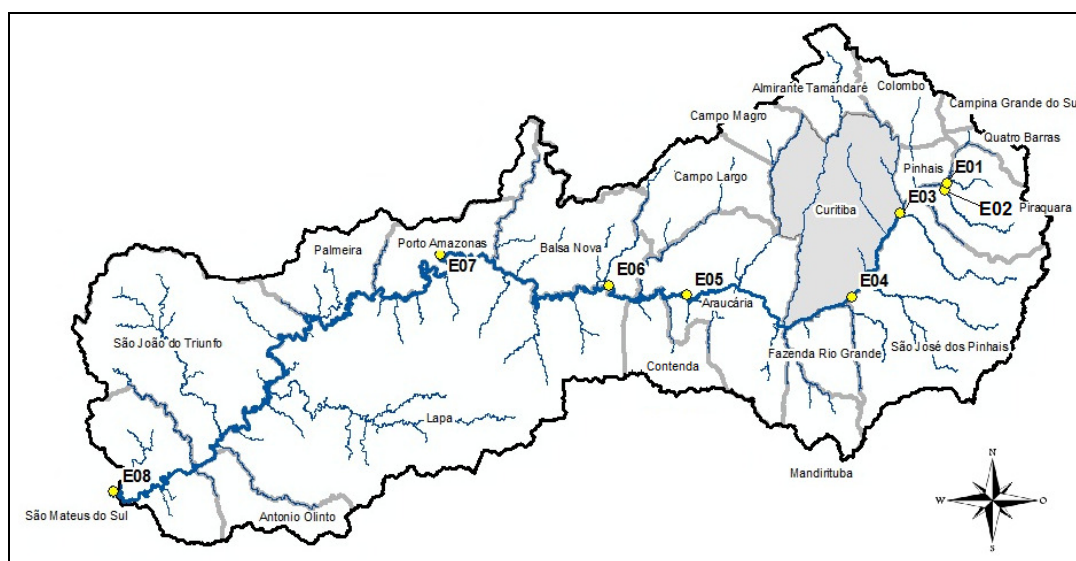
Quanto ao último critério, consideraram-se os nove parâmetros necessários para o cálculo do IQA. Associando os três critérios foram selecionadas oito estações de monitoramento conforme Tabela 2 e visualizado na Figura 3

Tabela 2 – Relação entre IQA, classes dos rios e qualidade da água.

Símbolo	Código	Nome da estação	Período de monitoramento
E01	65003950	Olaria do Estado	1987 a 2012
E02	65004995	Ponte PR-415	1987 a 2012
E03	65009000	Ponte BR-277	1987 a 2012

E04	65017006	Ponte do Umbarazinho	1993 a 2012
E05	65025000	Guajuvira	1987 a 2012
E06	65028000	Balsa Nova	1993 a 2012
E07	65035000	Porto Amazonas	1987 a 2012
E08	65060000	São Mateus do Sul	1987 a 2012

Figura 3 – Localização das estações de qualidade da água na área de estudo.



O Instituto das Águas do Paraná realizou diversas coletas para análise dos parâmetros de qualidade da água nas oito estações entre 1987 e 2012 de forma aleatória, ou seja, sem determinação dos meses e dos dias específicos. A partir dos dados disponíveis primeiramente calculou-se o IQA para cada dia monitorado e posteriormente calculou-se a média anual do IQA para cada estação. Com base nas médias anuais calculou-se a média histórica, considerando todos os anos monitorados, para cada estação. Foram construídos oito gráficos para representar a variação do IQA em cada estação ao longo dos anos.

O AGUASPARANÁ monitora a qualidade das águas do rio Iguaçu desde o início dos anos 80, no entanto os dados anteriores a 1987 não estão disponíveis no sistema de informações. Também não foram considerados no estudo dados referentes a 2013 e 2014, pois neste período as análises realizadas não contemplaram todos os parâmetros necessários para calcular o IQA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Índice de qualidade da água, como já comentado anteriormente, engloba nove parâmetros e representa um panorama geral da qualidade da água em um determinado ponto ou estação de monitoramento.

A Tabela 3 apresenta os valores médios anuais do IQA calculados para as oito estações de monitoramento de acordo com a metodologia proposta pela CETESB (2014).

Tabela 3 – Médias anuais do IQA e média histórica das 8 estações de monitoramento.

ANO	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08
1987	72,4	79,2	52,8		39,0		62,0	70,3
1988	66,9	81,7	59,7		35,1		65,7	73,5
1989	65,9	75,4	52,6		30,1		63,8	66,9
1990	70,7	85,7	68,6		48,6		61,8	62,7
1991	68,0	79,0	58,2		32,1		58,9	71,2
1992	53,0		51,9					57,2
1993	61,7	73,6	51,9	44,2	43,2	68,4	63,8	74,7
1994	69,0	82,9	55,4	29,8	35,9	40,6	67,6	76,3
1995	60,4	76,8		32,9	33,5	47,1	62,2	
1996	63,1	72,6	54,2	37,9	42,5	42,5	66,3	
1997	61,0	67,1	44,1	33,6	46,0	49,8	70,6	72,5
1998	64,2	78,1	55,2	37,8	49,3	55,8	70,0	70,1
1999	61,1	79,9	49,6	36,3	39,2	40,2	65,6	65,6
2000	64,6	78,6	33,2	28,1	28,4	42,6	60,9	68,2
2001	64,4	76,2	52,8	34,7	37,7		55,0	
2002	47,6	64,8	43,6		28,6			
2003	61,5	81,5	30,7			52,6	68,4	60,7
2004	48,2	81,2	38,6	28,9	33,9	36,5	50,8	63,4
2005	57,9	61,6	35,1	35,4	35,3	40,7	48,3	51,8
2006	44,5	61,2	31,5	29,7	31,2	35,1	43,4	49,5
2007	52,3	64,7	29,5	23,3	33,3	38,7	46,8	55,7
2008	56,7	68,0	30,0	31,0	28,5	36,5	55,5	
2009	59,7	59,6	29,0	33,2	33,0	35,9	49,8	
2010	58,8	61,2	32,1	32,8	35,0	43,6	59,4	65,7
2011	68,8	70,1	43,7	41,2	39,3	45,8	51,5	68,8
2012	63,9	77,6	29,4	23,5	34,6	45,1	63,3	74,6
Média	61,0	73,5	44,5	33,0	36,4	44,3	59,6	66,0
Ótima 91 - 100		Boa 71 - 90		Razoável 51 - 70		Ruim 26 - 50		Péssima 00 - 25

Os gráficos das Figuras 4 a 11 demonstram individualmente como foi a variação do IQA desde 1987 até 2012, podendo ser observados diferentes cenários de qualidade.

Figura 4 –Gráfico da variação do IQA na estação E01.

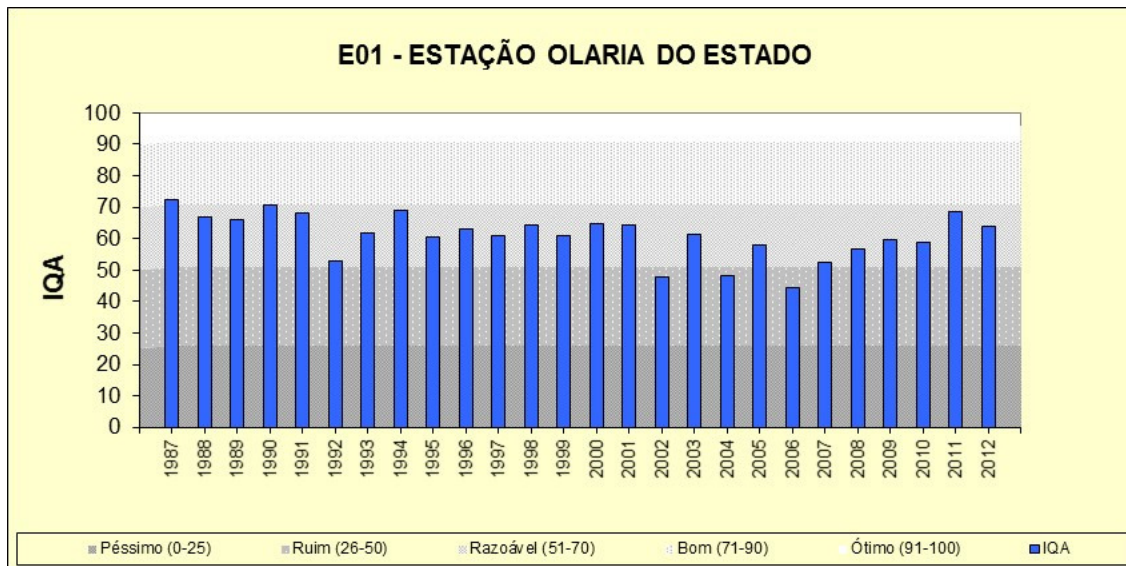


Figura 5 – Gráfico da variação do IQA na estação E02.

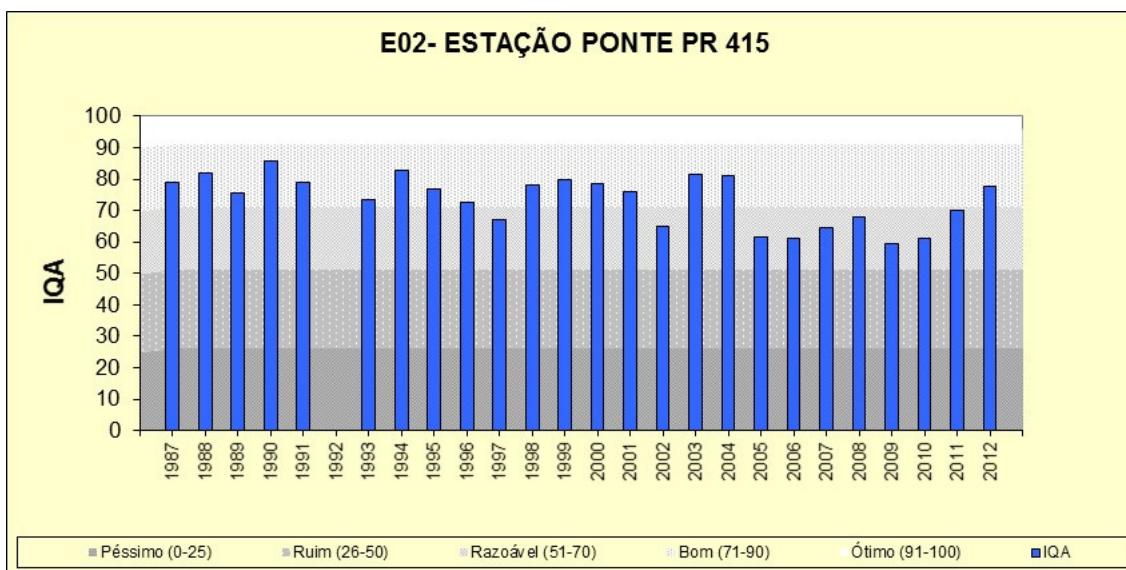


Figura 6 –Gráfico da variação do IQA na estação E03

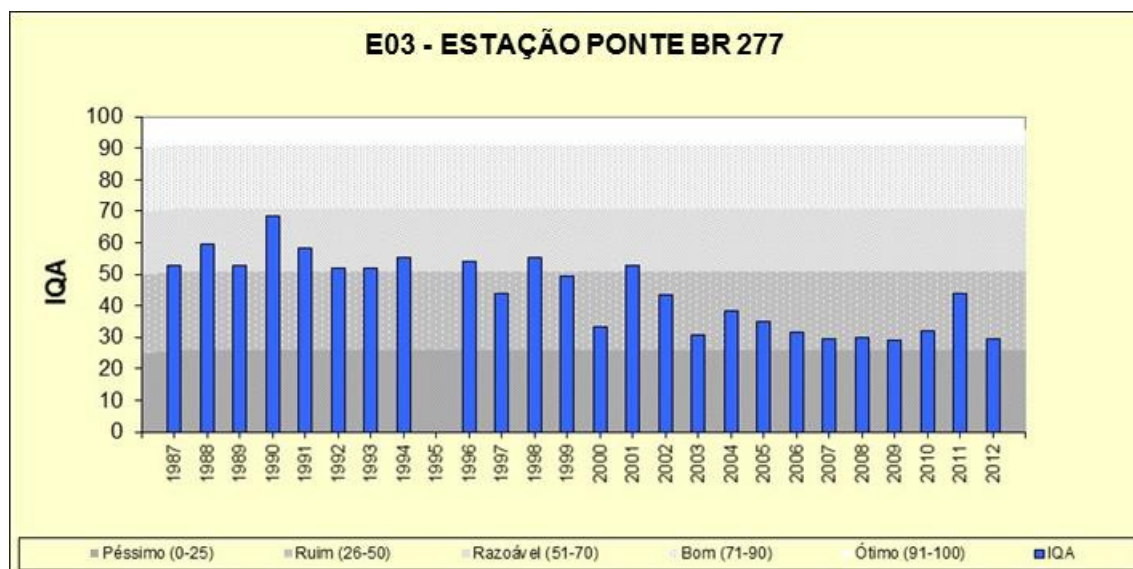


Figura 7 –Gráfico da variação do IQA na estação E04.

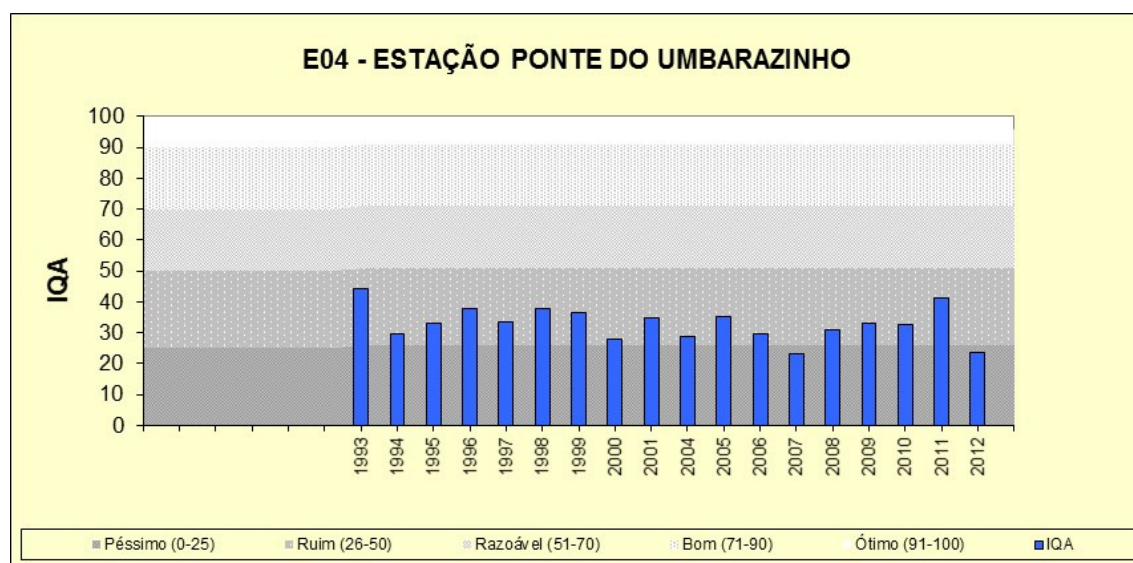


Figura 8 –Gráfico da variação do IQA na estação E05.

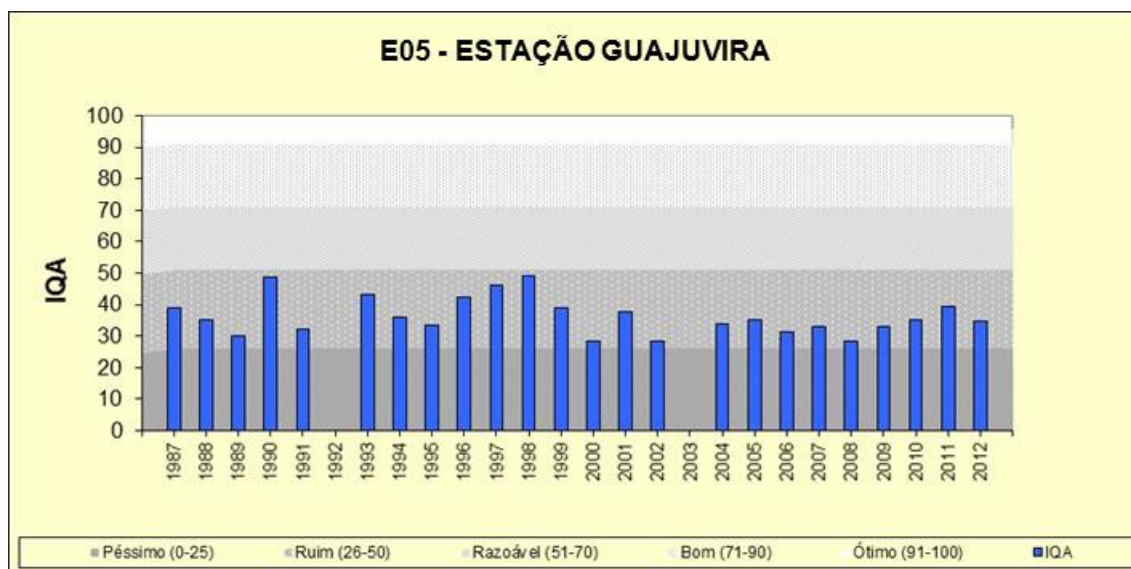


Figura 9 –Gráfico da variação do IQA na estação E06.

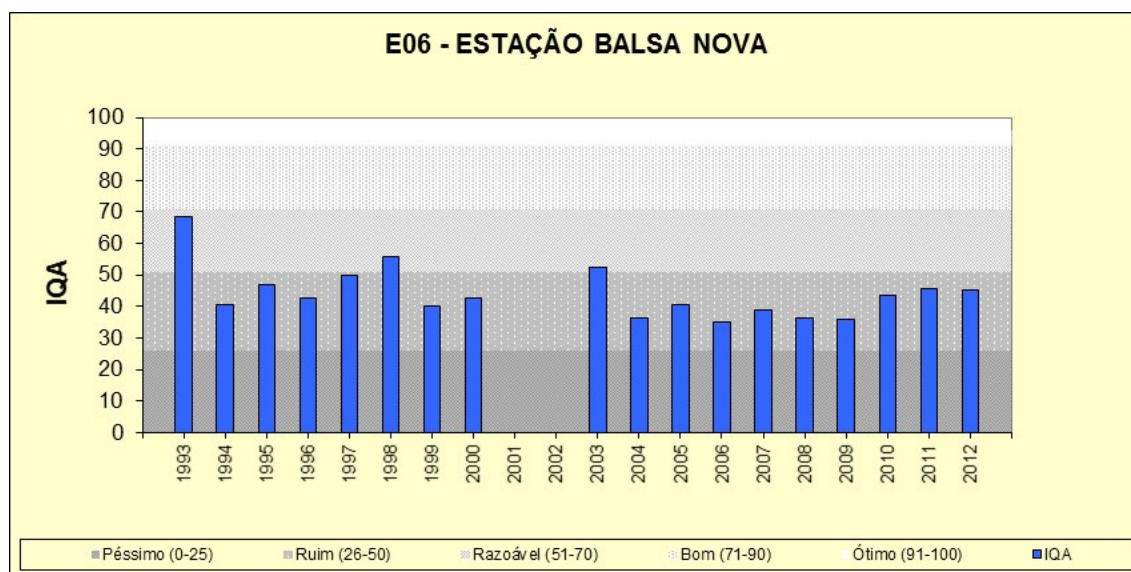


Figura 10 –Gráfico da variação do IQA na estação E07.

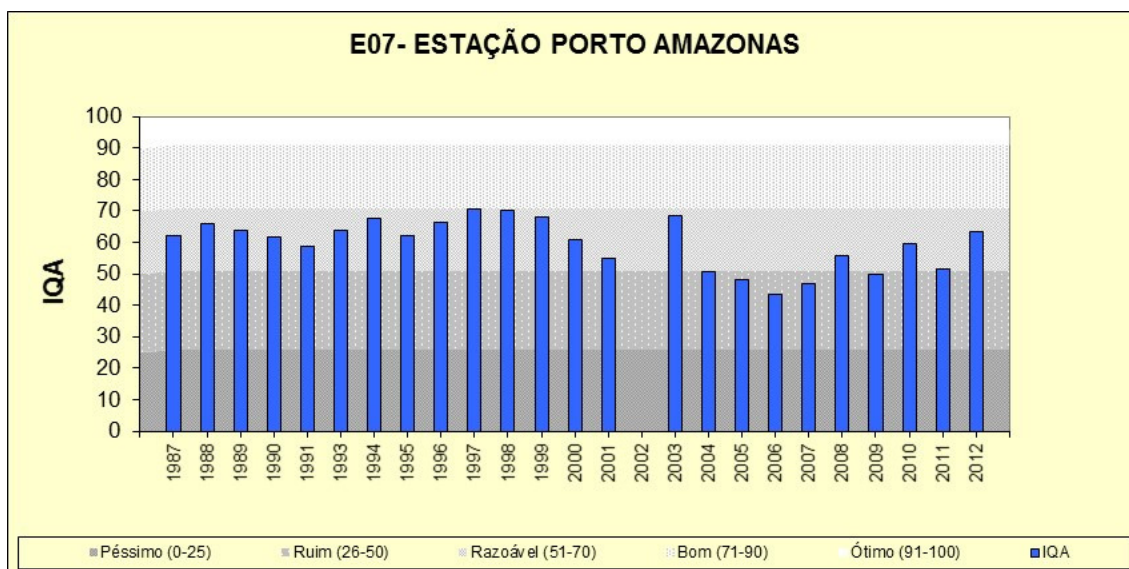
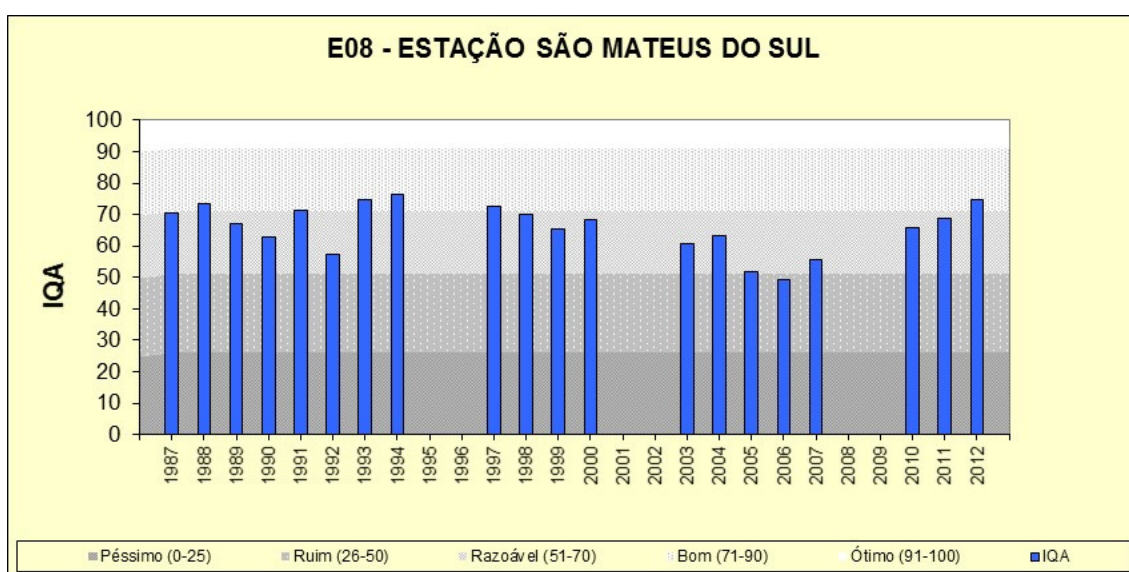


Figura 11 –Gráfico da variação do IQA na estação E08.



De acordo com a Tabela 03 e as Figuras 04 a 11, observa-se que as estações E01 e E02, apresentaram média histórica do IQA de 61 e 73,5, respectivamente, enquadrando-se numa qualidade da água classificada como razoável e bom. Essas duas estações estão localizadas à montante de Curitiba, nos municípios de Pinhais e Piraquara, respectivamente nos dois principais formadores do rio Iguaçu, o rio Piraquara e o rio Irazinho, que segundo SEMA (2010a) apresenta IQA predominantemente classificados como uma qualidade boa e razoável. Na estação E01, 84% dos valores de IQA enquadram-se como uma qualidade razoável enquanto que na estação E02, 71% enquadram-se como boa.

Os rios citados nascem na região da Serra do Mar e cortam áreas rurais com boas condições de preservação de suas matas ciliares que ao se unirem formam o rio Iraí, já em

área urbanizada. São considerados de extrema importância para o abastecimento público de Curitiba e RMC e representam a condição inicial de qualidade do rio Iguaçu.

Nas estações E03, E04 e E05 o IQA assume valores piores à medida que ingressa em Curitiba e RMC refletindo nas condições de urbanização cada vez mais densas. Da confluência dos rios Piraquara e Irazinho até a estação E03 o rio Irai percorre 12,6 km e à medida que ingressa em Curitiba recebe outros tributários, o rio Palmital, o rio Itaquí e o rio Atuba, formando então o rio Iguaçu.

Estes rios cortam áreas densamente habitadas e recebem alta carga de poluentes. Segundo o AGUASPARANA (2011) a bacia do rio Atuba é a sub-bacia do Alto Iguaçu que recebe a maior carga de efluentes, na ordem de 4259 kgDBO/dia, sendo a maior parte de origem doméstica e que provém da ETE Atuba Sul.

As atividades e impactos decorrentes da urbanização proporcionaram uma redução do IQA de mais de 28% em relação à condição inicial do rio Iguaçu, nas estações E01 e E02. A estação E03 localizada no início do rio Iguaçu representa, portanto, o início da perda progressiva de sua qualidade da água variando sua classificação entre razoável e ruim, com média histórica do IQA de 44,5, sendo que mais de 50% dos valores de IQA enquadram-se numa qualidade ruim.

Da estação E03 até a estação E04 o rio Iguaçu percorre 16,9 km e caracteriza-se como trecho predominantemente urbano, com grande adensamento populacional, possuindo comércios, serviços e indústrias além de condições de preservação, de suas matas ciliares, comprometidas. Nele desembocam grandes rios urbanos comprometendo cada vez mais a sua qualidade. À sua margem direita desembocam o rio Belém e o ribeirão dos Padilhas. Segundo BOLLMANN & EDWIGES (2008), a bacia hidrográfica do rio Belém é genuinamente curitibana, representa 20% da área do município englobando os principais bairros da cidade, sendo que aproximadamente 50% de sua população estão nela inseridas. Este rio apresenta perda progressiva de qualidade a partir das nascentes em direção à sua foz, no rio Iguaçu (BOLLMANN & EDWIGES, 2008).

A bacia do Padilha é a terceira sub-bacia do Alto Iguaçu que mais recebe esgoto doméstico, aproximadamente 1000 kgDBO/dia (AGUASPARANÁ, 2011). A sua margem esquerda desembocam rios com bacias hidrográficas menos urbanizadas, que cortam o município de São José dos Pinhais de sul a norte, o rio Pequeno, rio da Ressaca e o rio Miringuava, porém não são eficazes para melhoria de sua qualidade.

O IQA na estação E04 apresentou qualidade da água na maior parte do tempo (89%) classificada como ruim, variando de 23,3 a 44,2, sendo que foi a única estação a apresentar, em 2007 e 2012, qualidade péssima.

Da estação E04 até a estação E05 o rio Iguaçu percorre 36,7 km, sendo divisor territorial entre os municípios de Curitiba e Fazenda Rio Grande e cortando o município de Araucária de leste a oeste. Os valores do IQA observados na estação E05 foram relativamente correspondentes aos da estação E04, sendo 100% do tempo classificado como ruim.

Neste percurso à sua margem direita desembocam mais dois grandes rios com alta carga poluidora, o rio Passaúna e o rio Barigui, corpos hídricos que além de receberem esgoto doméstico recebem também os efluentes industriais da região da Cidade Industrial de Curitiba (CIC) e Araucária.

Segundo ALVES & MENDES (2011) a bacia do rio Barigui passa por uma refinaria de petróleo e um aterro sanitário que recebia diariamente toneladas de lixo produzido em Curitiba e RMC, sendo a segunda bacia do Alto Iguaçu que mais recebe carga remanescentes, na ordem de 2.500 kgDBO/dia (AGUASPARANÁ, 2011). À sua margem esquerda desembocam outros grandes rios, porém com bacias hidrográficas com menor grau de urbanização: rio Cutia, rio Maurício, rio Faxinal, rio Campo Redondo, rio Guaturira.

Da estação E05 até a E06, o rio Iguaçu é divisor territorial entre os municípios de Araucária e Contenda até chegar a Balsa Nova. Com 25 km de extensão representa o trecho de transição da população urbana para uma população mais rural. Nele desembocam o rio Verde e o rio Turvo, rios que apresentam melhorias em sua qualidade se comparado aos rios urbanos descritos anteriormente. Na estação E06 os valores de IQA ainda classificam-se como ruim mantendo o estado de poluição de suas águas e mostrando que neste curto espaço tais rios ainda não são efetivos no processo de autodepuração e na recuperação da qualidade da água. Dos 18 valores de IQA calculados apenas 3 enquadraram-se como uma qualidade da água razoável.

O trecho compreendido da estação E03 até a estação E06 representa o pior cenário de qualidade da água do rio Iguaçu, pois nele desembocam todos os rios que drenam ou cortam a cidade de Curitiba. Segundo SAMPAIO (et al., 2012) Curitiba, buscando o seu desenvolvimento econômico e social, não preservou os principais rios que cortam o seu espaço territorial no seu processo de urbanização, canalizando-os e retificando-os.

Entretanto, nas estações E07 e E08 os valores do IQA melhoram e aumentam significativamente em razão do afastamento às regiões mais urbanizadas e em virtude do

uso e ocupação do solo da região. Da estação E06 até a estação E07 o rio Iguaçu percorre 45,8 km sendo divisor territorial entre dos municípios de Balsa Nova e Lapa e entre parte do município de Porto Amazonas e Lapa, representando o trecho de início da melhoria progressiva da sua qualidade da água. Estes municípios, além de apresentarem áreas menos urbanizadas, possuem maior parte da população rural. Na estação E07, após o rio Iguaçu percorrer mais de 80 km de Curitiba os valores do IQA volta a aumentar. A maioria dos resultados apresentou qualidade da água classificada como razoável (83%), com média histórica de 59,6, ou seja, 15 pontos a mais se comparado com a estação E06.

Da estação E07 até a estação E08, o rio Iguaçu percorre 148,6 km passando pelos municípios de Porto Amazonas, Lapa, Palmeira, São João do Triunfo até chegar a São Mateus do Sul. Caracteriza-se como o trecho de melhor qualidade após passar pelas áreas urbanizadas da RMC. Neste trecho o rio Iguaçu recebe diversos tributários sendo os principais o rio Passa Dois, rio da Vargem, rio Água Amarela e o rio da Água Branca, contribuindo diretamente no processo de autodepuração. Na estação E08 observa-se os valores de IQA variaram entre 49,5 a 76,3, apresentando qualidade da água classificada entre ruim e boa, sendo que dos 20 valores calculados 6 se enquadram como uma qualidade boa, 13 razoável e apenas um como ruim.

O rio Iguaçu durante os 25 anos monitorados apresentou na maior parte do tempo média de IQA variando entre razoável e ruim, sendo que não foi observada nenhuma média classificada como ótima.

4. CONCLUSÕES

Conforme apresentado durante o trabalho, o IQA demonstrou que o uso e a ocupação do solo interferem diretamente na qualidade de um corpo hídrico.

Observou-se que em Curitiba e RMC, a qualidade da água superficial apresenta ser inferior em relação a regiões menos urbanizadas. Enquanto os rios formadores do rio Iguaçu, à montante de Curitiba e RMC, apresentaram IQA satisfatório, outros trechos, que efetivamente ingressam nessa região, apresentam perda progressiva da qualidade da água. Em determinados pontos o IQA calculado chegou a ser classificado com o pior nível de qualidade: péssimo; apresentando na maior parte do tempo índice ruim.

Todos os rios que cortam Curitiba e parte da RMC desembocam na margem direita do rio Iguaçu e apresentam perdas significativas de qualidade da água. Como visto, são rios que recebem grande carga poluidora oriunda de despejos de resíduos, lançamentos concentrados de águas pluviais, efluentes industriais e, principalmente, sanitários. Por outro

lado, nas estações de qualidade da água mais afastadas de Curitiba, onde o despejo de efluentes tende a ser menor, devido à mudança significativa no padrão de uso e ocupação do espaço físico somado ao aumento da área de drenagem, a água apresentou sinais de recuperação, chegando a ser classificada como boa.

REFERÊNCIAS

ABBASI, T.; ABBASIS. A. **'Coventional' Indices for Determining Fitness of Water for Different Uses**. Water Quality Indices. Amsterdam: Elsevier B. V, 2012. nº 3, p. 25-52.

AGUASPARANÁ, Instituto das Águas do Paraná, **Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu**, Curitiba: Governo do Estado do Paraná, 2011.

AGUASPARANÁ, Instituto das Águas do Paraná, **Relatório do Diagnóstico da Bacia do Alto Iguaçu**, Curitiba: Governo do Estado do Paraná, 2011.

ALMEIDA, M. B.; SCHWARZBOLD, A. **Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA)**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 8, nº. 01, p. 81- 97, 2003.

ALVES, E. I. S.; MENDES, M. A. **Avaliação de Parâmetros de Qualidade da Água com Base no Uso Pretendido**. Programa de Apoio à Iniciação Científica (PAIC 2010 - 2011), Curitiba, p. 429 – 446, 2010.

ANA, Agência Nacional de Águas, **A Água no Brasil e no mundo**, Brasília, 2007. Disponível em: http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes_2007.asp. Acessado em: 10/12/2014.

BOLLMANN, H.; EDWIGES, T.. **Avaliação da qualidade das águas do Rio Belém, Curitiba-PR, com o emprego de indicadores quantitativos e perceptivos**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Curitiba, v. 13, p. 443-452, 2008.

BROWN, R. M.; McCLELLAND, N.I.; DEININGER, R.A.; TOZER, R.G. **A water quality index - do we dare?** Water Sewage Works, v. 117, nº. 10, p. 339-343, 1970.

CERH/PR, Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Paraná. **Resolução nº 49 CERH/PR**, de 20 de dezembro de 2006. Curitiba, 2006.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Variáveis de qualidade das águas**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 10/12/2014

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2003.

COALIAR, Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira. **Resolução nº 04/2013**. Curitiba, 2013.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Brasília, 2005.

CORADI, P. C.; FIA, R.; RAMIREZ O.P.; MATOS, A. T. **Qualidade da água superficial da bacia hidrográfica da Lagoa Mirim**. Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v.3, nº. 1, p. 53 - 64, 2009a.

CORADI, P. C.; FIA, R.; RAMIREZ O. P. **Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil**. Ambi-Agua, Taubaté, v. 4, nº. 2, p. 46-56, 2009b.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais na bacia do Rio Doce em 2007** - Relatório Anual, Belo Horizonte, 2008.

ITCG, Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Divisas Municipais do Estado do Paraná**. Curitiba, 2014.

MOLINA, P. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA L.S. **Índice de qualidade de água na microbacia degradada do córrego água da bomba: município de Regente Feijó – SP**. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 17, Goiânia, p. 1 – 5, 2006. Disponível em: ftp://ftp.feis.unesp.br/agr/pdf/conird2006_iqa_agua_da_bomba.pdf. Acessado em: 07/01/2015.

SAID, Ahmed; DAVID, K. Stevens; GERALD, Sehkle. **Environmental Assessment - An Innovative Index for Evaluating Water Quality in Streams**. Environmental Management, Florida, Vol. 34, nº. 3, p. 406 – 414, 2004. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/8199422_An_innovative_index_for_evaluating_water_quality_in_streams. Acesso: 05/01/2015

SAMPAIO, E.; LUCY, M. S.; PATRÍCIA F. A. S.s; VIVIANE, B. S. **A Ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao Longo do Rio Bacacheri no Trecho Entre a Rodovia BR 476 e o Rio Atuba, Localizado no Município de Curitiba, Estado do Paraná**. HARPIA - Revista de Divulgação Científica e Cultural do Isulpar, Curitiba, vol.1, nº 4, p. 226 – 242, 2012.

SEMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, **Folder da Bacia Hidrográfica do Iguaçu, Curitiba, 2010a**. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=38>. Acessado em: 10/12/2014.

SEMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, **Revista Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Histórica**, Curitiba, p.29 -42, 2010b.

SUDERHSA, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, **Sistemas de Informações Hidrológicas**, Curitiba, 2002.

SUREHMA, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. **Portaria SUREHMA nº 020/92 - Bacia do Rio Iguaçu**. Curitiba, 1993.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. **Índice de qualidade da água em microbacia agrícola e urbano**. Scientia Agrícola, v.59, nº.1, p.181-186, 2002.

TUCCI, C. **Águas urbanas**. Estudos Avançados, São Paulo, vol.22, nº 63, p. 97-112, 2008.

TUCCI, C. **Águas do Brasil: Análises Estratégicas**. In: BICUDO, Carlos E. de M; TUNDISI José Galizia; SCHEUENSTUHL Marcos C. Barnsley. Urbanização e recursos hídricos. São Paulo: Instituto de Botânica. nº.7, p. 111 – 128, 2010.

TUNDISI, J. G.. **O Futuro dos Recursos: Recursos Hídricos**. MultiCiência: Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da UNICAMP, São Carlos, v. 1, p. 1 – 15, 2003.