

A INFLUÊNCIA DA MATA CILIAR NA QUALIDADE DA ÁGUA EM BACIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO DO RIO BELÉM

Autor 1 Luiz Guilherme Quintas Rossigneux^{1} & Co-Autor² - Cristina Finger Lacerda Schettini
Co-Autor³ - Altair Rosa*

Resumo – O planejamento urbano com foco nas questões ambientais é um desafio para a gestão de grandes centros urbanos e vem se tornando cada vez mais uma tendência dos planejadores na gestão de áreas públicas. A falta de políticas ambientais e um modelo de planejamento adequado para a gestão dos recursos naturais e do uso e ocupação do solo configuram um ponto negativo na qualidade ambiental e afetam também a qualidade de vida do ser humano. Neste trabalho foram levantados dados numéricos e imagens históricas, que auxiliaram na caracterização da qualidade da água e da vegetação ciliar no trecho do Rio Belém motivo de estudo, localizado na cidade de Curitiba, Capital do Estado do Paraná. Por meio de análises perceptivas das imagens por período, observou-se a evolução da vegetação ciliar, esta evolução foi classificada e comparada com médias dos parâmetros relevantes a qualidade da água, posteriormente houve a geração de gráficos que relacionam a concentração de um parâmetro com a classificação da vegetação por período. Por meio deste método foi possível observar a influencia benéfica da vegetação ciliar na qualidade da água em um trecho de Rio dentro de uma bacia hidrográfica altamente urbanizada.

Palavras-Chave – Planejamento urbano, Qualidade Ambiental Urbana, Vegetação Ciliar.

THE INFLUENCE OF RIPARIAN VEGETATION ON WATER QUALITY IN URBAN WATERSHED: BELEM RIVER WATERSHED

Abstract – The urban planning with a focus on environmental issues is a challenge for the management of large urban centers and is becoming increasingly a tendency of planners in managing public areas. The lack of environmental policies and adequate planning for the management of natural resources and the use and occupation of land constitute a negative impact on environmental quality and also the quality of human life. In this study were collected numerical data and historical images, which helped characterization of water quality and riparian vegetation in the stretch of river being studied Belém, located in the city of Curitiba, capital of the State of Paraná. Through analyzes of perceptual images per period, we observed the evolution of riparian vegetation, this evolution was classified and compared with averages of parameters relevant to water quality, there was a later generation graphics that relate the concentration of a parameter in the classification of vegetation by period.

Keywords – Urban Planning, Urban Environmental Quality, Riparian Vegetation.

INTRODUÇÃO

A população urbana no Brasil vem sofrendo um crescimento acentuado desde os anos de 1960 onde o campo foi trocado pela cidade e em apenas uma década a população urbana do Brasil passou

¹ Engenheiro Ambiental, PUCPR, Rua João Macedo Souza ,42, 82210-090, Curitiba, gui_rossigneux@hotmail.com,

² Engenheira Ambiental, PUCPR, Av. João Gualberto, 1395, 80030-001, Curitiba, schettini.cristina@gmail.com.

³ *Autor Corresp.; Doutorando, PPG-SHS/EESC/USP, Av. Trabalhador Saocarlense, 400, 13566-590, São Carlos, altairrosa@yahoo.com.br

para 55,9% do total (IBGE). A região sul também registrou um grande aumento populacional nas áreas urbanas e em 2010 segundo o IBGE cerca de 84,9% das pessoas moram em cidades.

Esses dados apontam o rápido crescimento populacional dos centros urbanos e mostram a necessidade de planejamento urbano. Para MOTA (2011), qualquer transformação de um ambiente rural para um meio urbano sempre resultará em alterações ambientais, cabendo ao homem minimizar o grau de seus impactos e se acontecerem que sejam os menores possíveis.

Atualmente no Brasil, é possível notar que as cidades, de maneira geral, estão crescendo sem um correto e eficiente modelo de planejamento não somente urbano como também ambiental, a ponto de áreas consideradas de risco serem ocupadas indiscriminadamente, descumprindo das leis de uso e ocupação do solo. Na maioria das vezes, resulta em baixa qualidade de vida para a população que não possui acesso aos recursos de saneamento básico. Entende-se como recurso de saneamento o acesso a condições mínima como, água potável, sistema coleta de esgoto, gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e drenagem, outra consequência deste tipo de ocupação sem ocorrer o controle urbano por meio dos planejadores é degradação de mecanismos básicos para a qualidade de vida do ser humano, como recursos hídricos e vegetação, esses impactos ocorridos deixam de ser considerados locais e se estendem, somando-se a outras áreas impactadas. De acordo, Mota (2011, p.19):

O processo de metropolização tem gerado um déficit de crescimento dos serviços públicos. Isso tem conduzido à degradação de qualidade de vida da população, à pressão social, ao aumento do custo ecológico e aos elevados preços dos insumos do desenvolvimento.

O alto custo dos insumos destinados ao desenvolvimento urbano é resultado de políticas ambientais remediadoras, onde as ações de redução de impacto ambiental e aumento de qualidade de vida da população, são efetuadas posteriormente a ocupação da área. Esta forma de visão não surtiu efeitos satisfatórios, sendo que os recursos já se encontram degradados. Esta forma de planejamento urbano vem sendo condenada e a forma de visão atual possui uma maior amplitude, incluindo a preservação do meio ambiente como foco.

Segundo MARTINS (2006), nos últimos trinta anos uma evolução rápida e muito significativa sobre o tema meio ambiente, tanto em cunho global quanto local resultado da necessidade do homem entender como ocorrem os processos de degradação e quais as atividades os causam.

As políticas ambientais sempre foram tidas como um atraso ao desenvolvimento econômico e também taxadas como assunto de ativistas ambientais. Em 1972 durante a Conferência Mundial sobre o meio Ambiente realizada em Estocolmo na Suécia iniciou-se uma profunda discussão global sobre o meio ambiente, durante esta conferência foi proposto o desenvolvimento social aliado a qualidade ambiental satisfatória.

Em 1992 durante a Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro foi discutido uma nova forma de desenvolvimento com o enfoque na sustentabilidade, que alia desenvolvimento econômico, social sem desequilibrar o meio ambiente, resultando na criação da Agenda 21 que é programa que pode ser desenvolvido em diferentes escalas, desde global até locais e pontuais, de ordem governamental ou não, e propõe bases para um plano de ação comum sobre o aspecto do desenvolvimento sustentável. O seu Capítulo 7 se refere a promoção do planejamento e o manejo sustentável do uso da terra dos assentamentos humanos ressaltando a participação da população junto com ações políticas.

Dentre todos os recursos naturais, os recursos hídricos são os mais facilmente impactados pelo homem, onde o grau de alteração pode ser visto nitidamente. Nos centros urbanos este recurso é influenciado por áreas impermeabilizadas, que alteram a dinâmica do escoamento superficial e

poluição, maximizados em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento onde a rede de coleta de esgoto é pequena ou inexistentes e na maioria das vezes possui problemas de vazamento nas tubulações, existindo também o problema das ligações irregulares na galeria de drenagem pluvial que lançam o esgoto *in natura* no meio hídrico. Outro problema para o recurso hídrico é lixo que na maioria das vezes quando não ocorre uma eficiente coleta de resíduos é despejado em rios.

A falta de investimento em planejamento urbano resulta em ocupações irregulares e desmatamento da vegetação das margens. A vegetação que margeia os rios é chamada de mata ciliar ou também zona ripária, que funciona como uma linha de proteção para o rio, ajudando no escoamento superficial permitindo a infiltração e armazenamento de água no lençol freático, reduzindo o processo de erosão, protegendo o solo das grandes chuvas ajudando também na melhoria da qualidade da água e conseqüentemente da vida aquática. Esta forma de vegetação pode contribuir também para a harmonia paisagística em meio aos centros urbanos. O objetivo principal desta pesquisa será verificar a influencia da mata ciliar na qualidade da água do Rio Belém, através da análise e levantamentos estatísticos de uma serie histórica do monitoramento de pontos específicos com relação à qualidade da água.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa empregada se caracterizou pelo seu caráter exploratório, pois se pretendeu uma maior aproximação e familiaridade com a realidade pesquisada, aliada a um estudo de caso. A coleta de dados foi dividida em duas etapas. A primeira etapa foi a obtenção da série histórica do monitoramento da qualidade da água através de consulta no Instituto das Águas do Paraná (IAP), estes dados foram disponibilizados em um arquivo compactado, com todas as coletas realizadas em ordem cronológica, de 1983 a 2011 no ponto PUCPR Prado Velho, incluindo 13 parâmetros, estes dados foram convertidos para o Microsoft Excel, onde foi realizada os estudos estatísticos necessários, os valores de concentração quimicamente impossível foram descartados para evitar erros nas médias. A segunda etapa foi a análise de imagens (ortofotos) históricas sobre a ocupação da área de estudo (PUCPR) e o estado da vegetação ciliar, encontradas no banco de dados do IAP (Instituto Ambiental do Paraná).

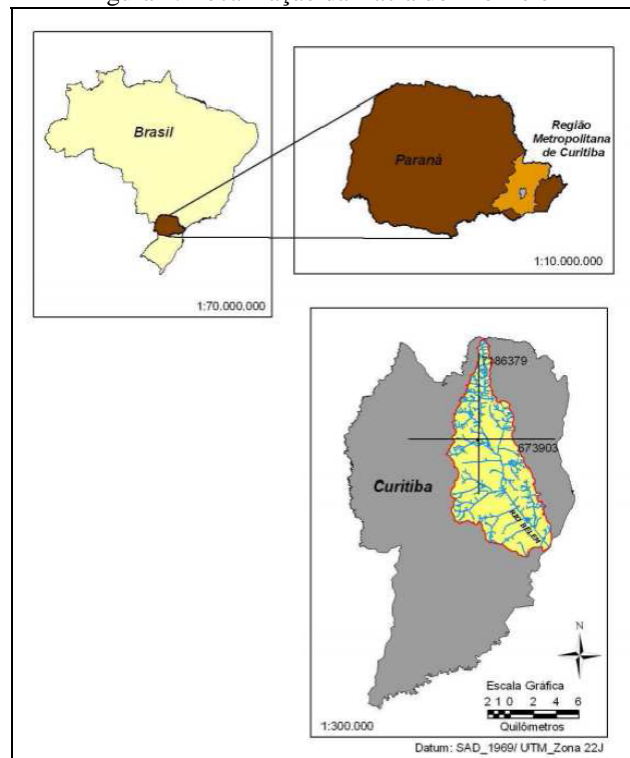
Para efeito de compreensão do resultado as imagens foram classificadas de acordo com a percepção do desenvolvimento da vegetação ciliar, a vegetação foi delimitada e classificada proporcionalmente, levando em consideração a continuidade e densidade do maciço. As possíveis classificações são: baixa, média baixa, média, média alta e alta. É importante resaltar que quando considerada alta cobertura de vegetação ciliar não significa o ideal a ser atingido. Na etapa de análise os parâmetros de temperatura da água (T_{água}) e temperatura do ar (T_{ar}) foram desconsiderados, para os outros três parâmetros foram gerados gráficos que relacionam o método de classificação com a concentração.

ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Belém está localizada na região sul do Brasil, estado do Paraná, município de Curitiba figura 01. Caracteriza-se como uma bacia inteiramente urbana e segundo os dados do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), possui uma área de 87,85 km² e extensão de 21 km, correspondendo a 20% da área do município, abrangendo 37 bairros por completo e 48 bairros contando com os que fazem pertencem parcialmente.

Sua ocupação é considerada de média e alta densidade com predominância de residências. A urbanização mais intensa ocorre em bairros com maior número de edifícios, aumentando a densidade demográfica.

Figura 1: Localização da Bacia do Rio Belém



Fonte: IPPUC/SUDERHSA, 2010.

A impermeabilização da superfície da Bacia do Rio Belém é consequência do desenvolvimento e ocupação da região de forma não planejada e intensa. Esta alteração física mudou a dinâmica de escoamento superficial da bacia com alagamentos frequentes não só na região de estudo, mas ao longo de toda a bacia. Outro aspecto que corrobora é a percepção da contribuição de esgoto lançado *in natura*, que o rio Belém vem recebendo por décadas, quer por lançamento clandestino quer por questões operacionais da rede coletora de esgoto.

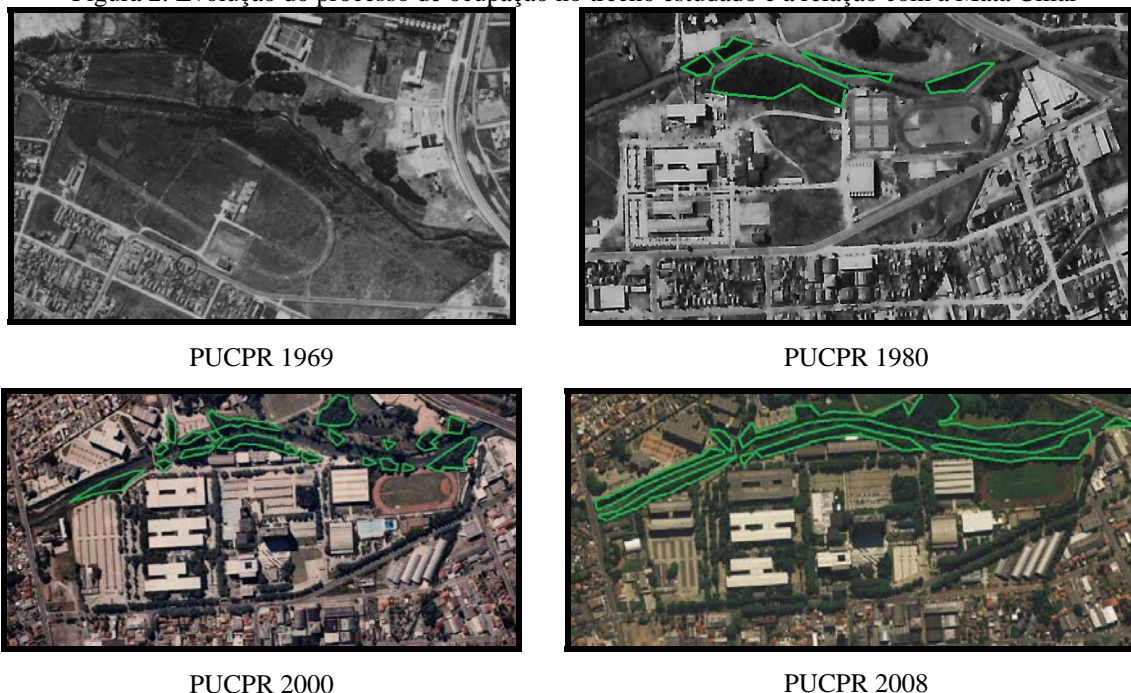
A área definida para estudo está na localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Belém no bairro Prado Velho. Saliente-se que o objeto de estudo foi explorar a utilização da vegetação ciliar que compõe as margens do Rio Belém trecho que passa dentro dos limites da PUCPR (Pontifícia Universidade Católica do Paraná), como potencial elemento de contribuição para a melhoria da qualidade da água e ambiental do trecho em estudo.

RESULTADOS

Através das análises das imagens Figura 2 é possível observar de forma cronológica a evolução do processo e urbanização e da supressão ou inserção da mata ciliar na área de estudo no período de 1980 a 2008. A qualidade da imagem sofre variação de uma ortofoto para outra, bem como a precisão, por este motivo a avaliação pode ser feita apenas de forma perceptiva.

Para determinar uma classificação foi levado em consideração a uniformidade da vegetação ao longo do trecho e a densidade aparente do maciço vegetal. A classificação será: Inexistente, Baixa, Media Baixa, Média, Média Alta e Alta. Vale ressaltar que as classificações não se referem ao ideal e sim ao cenário evolutivo da região avaliado de forma perceptiva.

Figura 2: Evolução do processo de ocupação no trecho estudado e a relação com a Mata Ciliar



Fonte: IPPUC, 2012.

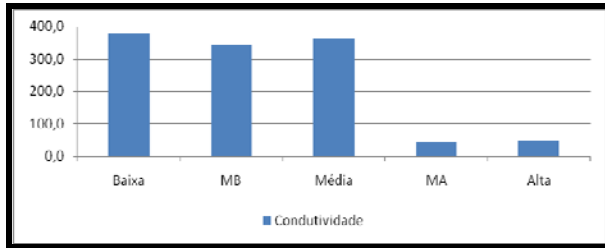
Foram utilizados treze parâmetros de qualidade de água, a saber, compreendidos na série histórica são: Coliformes Fecais (CF), Coliformes Totais (CT), Condutividade (Cond), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo Total (FT), Nitrogênio Kjeldah (NK), Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (Ph), Sólidos Totais (ST), Temperatura da Água (T.água), Temperatura do Ar (T.ar) e Turbidez. A análise comparativa foi relacionada à coluna de classificação da qualidade vegetal com a coluna referente a cada parâmetro. A análise comparativa dos parâmetros de temperatura da água, temperatura do ar não foram utilizados devido à relevância para o resultado a ser atingido. A tabela 1 relaciona a classificação de qualidade vegetal por período, referente a cada parâmetro.

Tabela 1: Análise Comparativa (Classificação)

Período	Amc/Atotal	Cond	DBO	DQO	FT	NK	OD	Ph	ST	Tágua	Tar	Turbidez
I	Baixa	376,8	66,8	117,2	2	17,3	0,4	7	269,8	19,8	23,5	31,2
II	MB	345,7	60,8	142,4	1,3	18,1	1,5	7	245,7	20,4	21,1	30,9
III	Média	361,6	66,5	125,1	4,3	13,1	2,9	7,1	148	20	20,9	23,3
IV	MA	40,4	48,9	73,1	4,6	–	3,6	7,3	56,9	35,3	18,4	17,8
V	Alta	46	99,1	104,5	2,6	–	2,1	7,3	43,5	20,6	19,2	21,1
Total		251,8	70,2	120,2	3,4	14,6	2,5	7,1	124	22,3	20,4	23,6

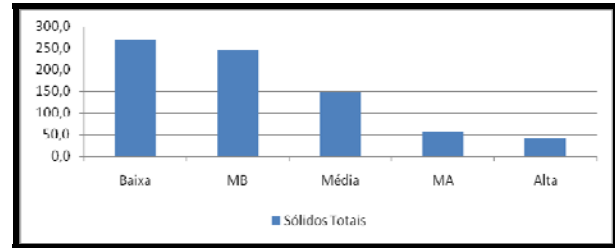
Fonte: autores, 2012.

Gráfico 1: Condutividade x classificação



Fonte: autores,2012

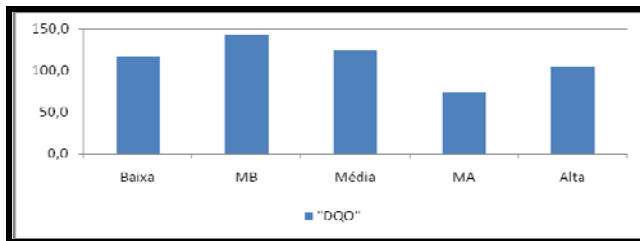
Gráfico 2: Sólidos Totais x classificação



Fonte: autores,2012

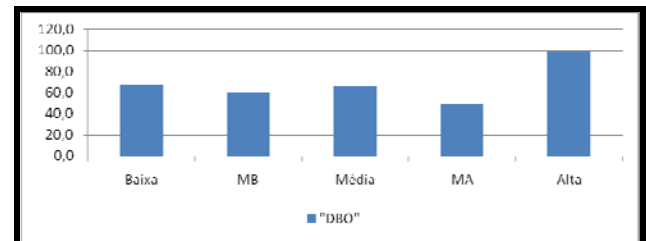
Através da interpretação dos gráficos e 01 e 02, é possível verificar que a condutividade indica uma significativa melhora na qualidade da água, e que sólidos totais apresentam redução de sólidos suspensos durante os últimos dois períodos, onde a vegetação foi considerada média e alta, com valores de 50,00 mg/L e 48 mg/L respectivamente.

Gráfico 03: DQO x classificação



Fonte: autores,2012

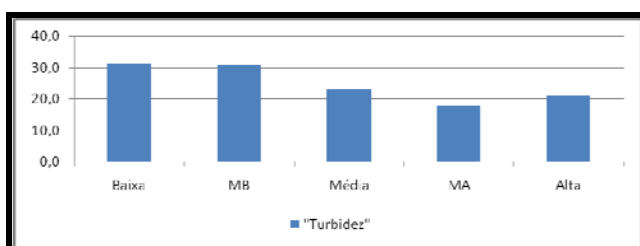
Gráfico 04: DBO x classificação



Fonte: autores,2012

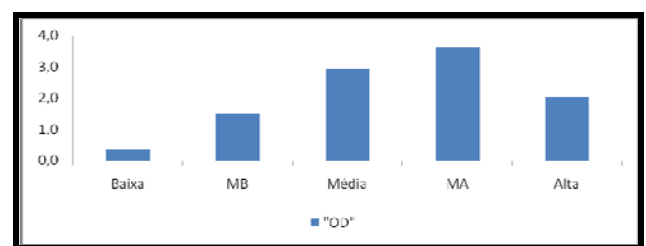
O gráfico 03 mostra que a DBO teve um pequeno decaimento da concentração, com uma leve oscilação durante a implantação da mata ciliar, ainda classificada como MÉDIA. O gráfico 04 analisa a DQO que varia bruscamente, se mostrando inerte ao desenvolvimento gradual da vegetação. Esse resultado pode ser característico de altas taxas de matéria orgânica oriunda do lançamento de efluentes, além da capacidade de assimilação da vegetação e do próprio rio.

Gráfico 05: Turbidez x classificação



Fonte: autores,2012

Gráfico 06: OD x classificação



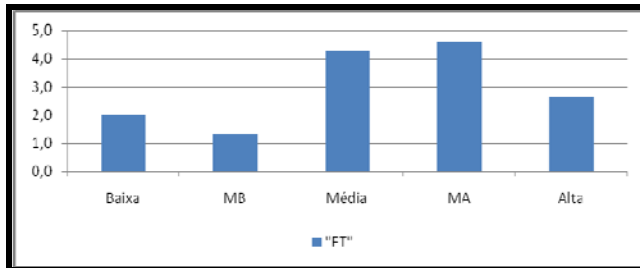
Fonte: autores,2012

O gráfico 05 indica a redução de turbidez a partir da vegetação média, decaindo no IV período, seguido de aumento ao término da série, com valores de 23 mg/L, 18 mg/L e 21 mg/L respectivamente. O gráfico 06 mostra que a OD tem a alta interação entre a vegetação ciliar com o corpo hídrico, representando bem o processo evolutivo da vegetação. É possível notar o aumento do oxigênio dissolvido com o aumento da cobertura vegetal.

O gráfico 07 demonstra o aumento da concentração de fósforo, mesmo com o desenvolvimento da vegetação ciliar, esta variação da taxa de concentração indica a ocorrência de processos oxidativos, oriundos da decomposição da matéria orgânica. O gráfico 08 de nitrogênio Kjeldal está incompleto devido a falta de dados e erros encontrados na série histórica, porém é

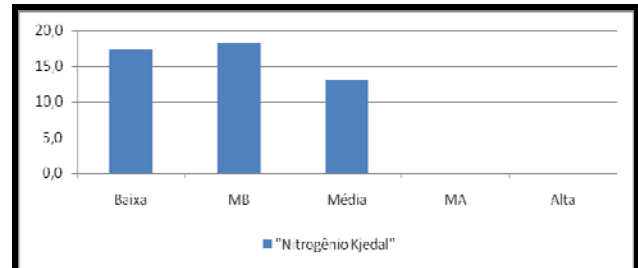
possível notar o decaimento na concentração, não se pode afirmar que este decaimento é oriundo apenas da vegetação ciliar.

Gráfico 07: Fósforo Total x classificação



Fonte: autores,2012

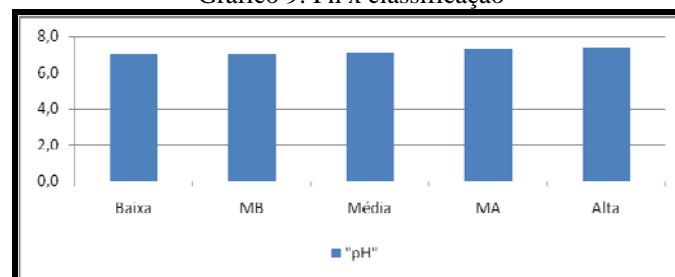
Gráfico 08: Nitrogênio Kjedal x classificação



Fonte: autores,2012

Com o gráfico 09 demonstra a variação do parâmetro ph, é possível notar um padrão de neutralidade da água neste trecho fica compatível com outras amostragens em rios urbanos.

Gráfico 9: Ph x classificação



Fonte: autores,2012.

CONCLUSÕES

Com o a avaliação perceptiva das ortofotos, foi possível verificar o desenvolvimento gradual da mata ciliar ao longo do trecho da Bacia Hidrográfica do Rio Belém, os dados obtidos dos pontos de monitoramento foram essenciais para caracterizar a qualidade da água no trecho estudado. O desenvolvimento de um método de classificação da qualidade da vegetação ciliar foi o ponto chave para a obtenção de resultados neste estudo, comparando a classificação da vegetação ciliar com as médias de concentração de cada parâmetro.

Conclui-se através do método utilizado, que a vegetação ciliar causou um efeito considerável em alguns parâmetros específicos como condutividade, sólidos totais, turbidez e oxigênio dissolvido. Com os resultados foi possível identificar a função de biorretenção, podendo classificar a vegetação ciliar existente como uma BMP (*Best Management Praticce*). É importante salientar que ao se observar os gráficos de DBO e DQO, nota-se a influencia da poluição difusa no Rio Belém, indicando contribuições de efluentes muito acima da capacidade de suporte de detenção que a vegetação é capaz de absorver no trecho da PUCPR.

A Prefeitura Municipal de Curitiba deveria estabelecer sistemas de controle mais rígidos para o lançamento de efluentes domésticos *in natura* nas galerias de águas pluviais, os efluentes industriais devem receber a mesma rigidez de controle nos processos de tratamento antes do lançamento em corpos hídricos, fato este motivo de exposição na mídia nacional do má gestão dos recurso hidricos por parte da prefeitura.

O PSA (Pagamento por Serviços Ambientais) pode ser visto como um incentivo a manutenção de mata ciliar não só em bacias rurais mas também em bacias urbanas, o princípio do poluidor pagador é importante mas deve ser discutido e aplicado com cautela. A PUCPR desenvolveu projetos para a recuperação da vegetação ciliar no trecho do Rio Belém, no qual está

inserido seu campus sede. Este tipo de ação poderia ser motivo de estudo quanto à aplicação do mecanismo de PSA em bacias urbanizadas, além de servir com incentivo e propaganda para que esta ação ocorra em outras instituições ou mesmo faça parte de novos projetos de planejamento urbano.

A capacidade de biorretenção e aumento da qualidade da água seria maximizada caso a vegetação ciliar se estende-se por longos trechos de bacias urbanas, na forma de parques lineares ou corredores ecológicos ajudando também na harmonia paisagísticas dos grandes centros urbanos.

É importante salientar a necessidade do aumento do número de pontos de monitoramento no trecho do Rio Belém e deve-se dar ênfase na calibração dos equipamentos, bem como organizar de forma clara os resultados obtidos como forma de se obter tendências e cenários da qualidade da água na área de estudo.

REFERÊNCIAS

- MOTA, Suetônio, **Urbanização e o Meio Ambiente**. 4 ed. Rio de Janeiro. ABES, 2011.
- MARTINS, Rodrigo. **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. São Carlos. RIMA, 2006.
- MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. 1ed. Rio de Janeiro: ABES. 1999. 352p.
- BEM, C; BRAGA Maria Cristina Borba. **Determinação do estado de eutrofização de um Lago Raso**. Dissertação (pós-graduação)-Universidade Federal do Paraná. 2009.
- RIZZO, R, M. **A Recomposição das Matas Ciliares**. Artigo da associação de Geólogos. Tres-Lagoas, Mato Grosso do Sul. 2007.
- SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Conhecendo a bacia hidrográfica**. http://www.sema.rs.gov.br/upload/HD_bacia1.jpg.
- FENDRICH, R. **Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém**. 1. ed. Curitiba. Assembleia Legislativa do Paraná, 2002.
- IMAP. Instituto Municipal de Administração Pública da Prefeitura de Curitiba. **Drenagem Urbana**. Disponível em: <www.imap.curitiba.org.br>. Acesso em: 25 de mai. 2012.
- SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Conhecendo a bacia hidrográfica**. http://www.sema.rs.gov.br/upload/HD_bacia1.jpg.
- IPPUC. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. Mapas Temáticos. Disponível em: www.ippuc.org.br/informando/index_mapastematicos.htm Acesso em 5 de agosto de 2012.
- CURITIBA, Prefeitura Municipal. **Plano Diretor de Curitiba**. Disponível em: <http://planosregionais.ippuc.org.br/>. Acesso em: 12 de agosto de 2012.
- BRASIL. IBGE. **Censos Demográficos**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2012.