

## O MANEJO DO USO DO SOLO COMO MECANISMO REGULATÓRIO DA GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA - ESTUDO DE CASO: A BACIA DO RIO PIABANHA

Mariana Dias Villas Boas<sup>1</sup>; Anderson de O. Bastos<sup>2</sup>; Ligia Maria N.de Araújo<sup>3</sup>, Janaina P.G. da Silva<sup>4</sup> & Achiles Eduardo G. de C. Monteiro<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Pesquisadora em Geociências – CPRM – Serviço Geológico do Brasil – mariana.villasboas@cprm.gov.br

<sup>2</sup> Graduando em Controle e Gestão Ambiental – CEFET/RJ - anderson55@ig.com.br

<sup>3</sup> Analista em Recursos Hídricos – ANA – Agência Nacional de Águas – ligia.araujo@ana.gov.br

<sup>4</sup> Técnica em Geociências – CPRM – Serviço Geológico do Brasil – janaina.silva@cprm.gov.br

<sup>5</sup> Pesquisador em Geociências - CPRM – Serviço Geológico do Brasil - achiles.monteiro@cprm.gov.br

**Abstract** - The basin of Piabanha has the territory with approximately 40% of Atlantic forest and areas with steep slopes. This is a natural ally in the preservation of water quality. However there are several problems of pollution generated by the influence of agricultural uses, urban and industrial. This work aims to relate the different land uses and pollutants in the water (diffuse pollution), as well as the consequences of users' activities of the basin (point source pollution). It will be used EIBEX data analyzed the light of CONAMA Resolution No. 357. Thus, we intend to demonstrate that the management of water quality should not be made only from the point of view of wealth, but also the land use and occupation. The management of these activities should be discussed as a regulatory mechanism and economic, as the case of payment for environmental services, exemplified by "green ICMS" in Rio de Janeiro

**Palavras-chave** – Qualidade da Água; Bacias Experimentais; Uso do Solo

## 1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, o monitoramento da qualidade da água ganhou uma importância cada vez maior com o estudo de ferramentas e métodos que auxiliassem o seu desenvolvimento. Dentre esses estudos, destaca-se a relação entre o uso e a ocupação do solo e a qualidade de água. É possível demonstrar que as diferentes formas de ocupação da bacia hidrográfica podem influenciar, direta e indiretamente, o curso d'água. A ocupação urbana sem planejamento causa problemas de poluição por lançamento de esgoto sem tratamento, ou seja, poluição pontual, assim como, as atividades agrícolas podem causar efeitos diferenciados, impactos de natureza difusa através do carreamento de poluentes para os rios nas épocas de chuva.

A legislação brasileira, também, passou a dispensar tratamento especial à gestão da qualidade de água através do estabelecimento de padrões que devem ser seguidos pela comunidade e usuários, impulsionando, assim, a realização de pesquisa na área.

Dessa forma, é relevante que sejam estabelecidos instrumentos que facilitem e apoiem a gestão da qualidade dos recursos hídricos. Como o caso dos mecanismos de caráter econômico que tem como princípio o atendimento às necessidades do coletivo pelo indivíduo com base num ganho econômico. Nesse trabalho, dentre os instrumentos disponíveis foi selecionado o "ICMS Ecológico", através do qual os municípios que atenderem a uma série de condições recebem uma parcela maior do ICMS arrecadado pelo Estado segundo critérios ambientais.

A metodologia desenvolvida foi aplicada para área da bacia do Rio Piabanha, que é um afluente do Rio Paraíba do Sul, e ocupa uma área de aproximadamente 2.050 km<sup>2</sup>, a maior parte inserida na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. Seus principais afluentes são os rios Fagundes, pela margem esquerda, e rios Paquequer/Preto, pela margem direita.

A ocupação da bacia foi feita de forma desordenada, a proximidade com a capital do estado do Rio de Janeiro induziu a um crescimento urbano acentuado e inadequado para as condições ambientais da bacia. Vale lembrar que, a falta de saneamento adequado juntamente com os processos de industrialização, urbanização e procedimentos agrícolas são as principais causas da contaminação do solo, e, conseqüentemente da água.

Acrescenta-se a esse fato o alto risco de erosão das encostas e de inundação na calha dos rios. Além disso, a qualidade dos recursos hídricos é prejudicada pelo lançamento de esgotos in natura, pois não há, praticamente, tratamento dos esgotos na bacia. Isso se dá devido ao desenvolvimento econômico e social, que trouxe problemas decorrentes da falta de planejamento ambiental, saneamento e destinação incorreta do lixo.

Vale acrescentar, que a bacia também possui áreas de uso agrícolas, onde predominam o plantio de hortaliças e leguminosas, com isso caracterizam o rápido aumento do uso dos recursos solo e água.

Essas áreas dividem espaço com áreas de mata preservada, que ainda ocupam boa parte da região da bacia do Piabanha. A escolha dessa bacia se deu em razão de um projeto desenvolvido, atualmente, pela CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais em parceria com outras instituições públicas, como órgãos gestores e universidades. O projeto intitulado "Estudos integrados em Bacias Experimentais e Representativas na Região Serrana" tem como objetivo o monitoramento de variáveis hidrológicas em diferentes escalas (bacias experimentais) para o desenvolvimento de estudos e pesquisas que poderão ser extrapolados para o restante da bacia.

Dessa forma, esse trabalho tem a finalidade de analisar alguns dos resultados obtidos nas campanhas de qualidade de água com relação ao uso e ocupação da bacia do rio Piabanha a fim de demonstrar a importância do seu manejo adequado. Para isso, propõe-se a utilização do instrumento econômico "ICMS Ecológico" como mecanismo de gestão da qualidade da água.

## 2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido com base na seguinte metodologia dividida, a seguir, em etapas:

- a) Determinação da área de estudo obedecendo aos seguintes requisitos:
  - deve possuir diferentes usos e ocupação do solo;
  - problemas na qualidade da água;
- b) Caracterização da região de estudo, compreendendo um cuidadoso levantamento cartográfico e de estudos já realizados na região;
- c) Levantamento do cadastro de usuários da bacia que contivesse a sua localização e dados do seu uso.

- d) Levantamento e organização dos dados hidrológicos existentes, de forma avaliar a existência de informações que permitissem a realização do estudo;
- e) Preparação dos mapas com os dados georeferenciados utilizando um Sistema de Informação Geográfica – SIG;
- f) Cálculo de variáveis estatísticas dos parâmetros de qualidade de água para elaboração de Box-plots;
- g) Análise dos parâmetros de qualidade de água medidos na área de estudo em relação ao uso e ocupação do solo;

### 3. DESCOBERTAS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Caracterização da Área de Estudo

A metodologia foi aplicada à bacia do rio Piabanha (afluente pela margem direita do rio Paraíba do Sul) que ocupa uma área de aproximadamente 2.050 km<sup>2</sup>, a maior parte inserida na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. Seus principais afluentes são os rios Fagundes, pela margem esquerda, e rios Paquequer/Preto, pela margem direita. A Figura **Erro! Indicador não definido.** apresenta a localização da bacia do rio Piabanha em relação a do rio Paraíba do Sul (MORAIS (2009)).

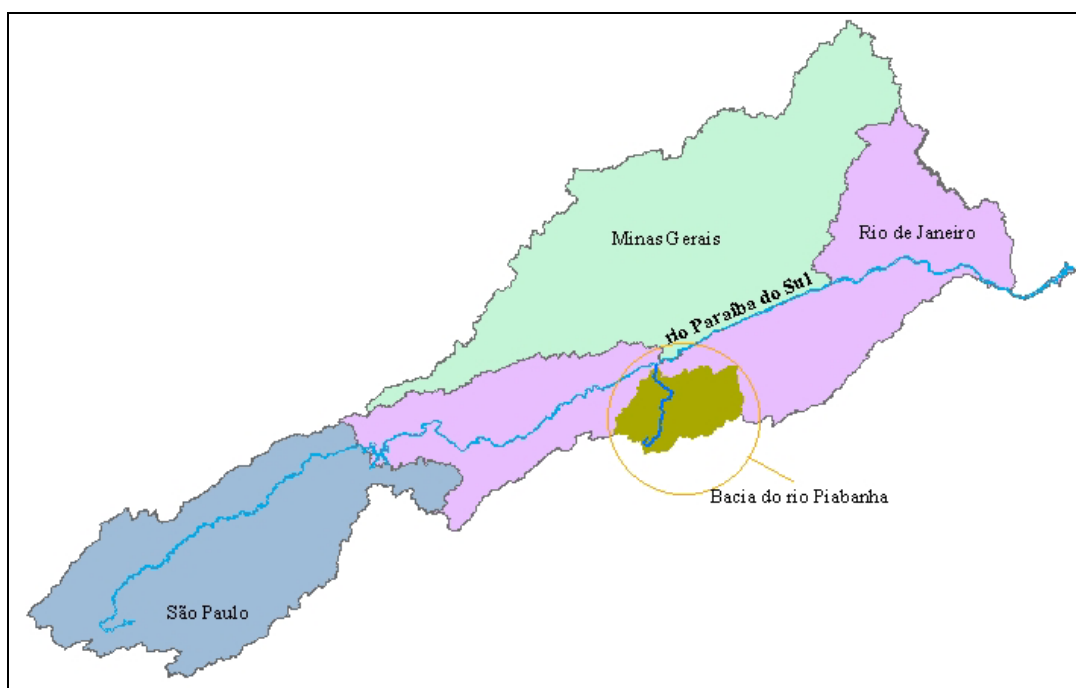


Figura 1. Bacia do rio Paraíba do Sul com destaque para o rio Piabanha. (adaptado LABHID COPPE/UFRJ(2002)).

A bacia é composta pelos municípios de Areal, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Petrópolis, São José do Vale do Rio Preto, Teresópolis e Três Rios com população total de 590.000 habitantes (Araújo et al (2007)). A Figura 2 apresenta o contorno da bacia em relação ao mapa de regiões político administrativas do Estado do Rio de Janeiro.

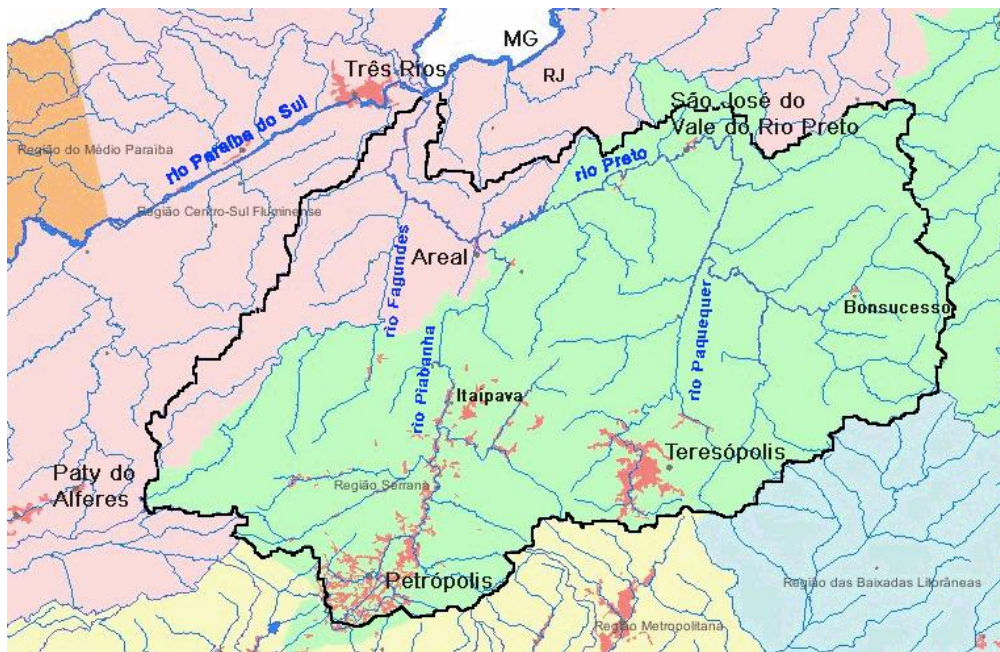


Figura 2. Localização da Bacia do rio Piabanha no mapa de regiões político-administrativas do Estado do Rio de Janeiro. (Fonte: Fundação CIDE, LabGeo in MCT/FINEP (2010))

A área estudada, devido à proximidade com a cidade do Rio de Janeiro, foi induzida a um crescimento urbano acentuado e inadequado para as suas condições ambientais.

A região apresenta problemas graves de erosão das encostas, proporcionados em parte pela ocupação irregular, além de inundações na calha dos rios e qualidade da água deteriorada pelo lançamento de esgotos in natura. O tratamento dos esgotos é precário e as vazões naturais dos rios são muito baixas para a diluição das cargas lançadas, resultando em altos índices de poluição.

A bacia do Piabanha destaca-se, também, pelo uso industrial (mais de 50 indústrias de alto potencial poluidor) e pelo uso agrícola, co-responsáveis pela erosão dos solos e degradação das águas, juntamente com o uso urbano. Em geral, as áreas cultivadas se localizam nas margens dos rios e córregos e encostas, ocupando inclusive áreas de preservação permanente (APPs). Predominam as culturas de ciclo curto (verduras e legumes) e não se verifica o uso de técnicas de conservação de solo, como terraceamento e plantio em curva de nível, apesar das fortes declividades e do potencial de erosão hídrica da região. Nessas áreas nota-se o uso abusivo de agrotóxicos.

O nível de ocupação e a intensidade de uso das terras e das águas da bacia do rio Piabanha situam-na entre as sub-bacias do Paraíba do Sul de alta prioridade para a realização de ações de proteção e recuperação de florestas, solos e águas, sendo recomendadas medidas rigorosas de restrição de uso, especialmente no curso superior do rio Piabanha e de seu afluente Preto. Estes devem receber prioridade máxima na proteção das florestas, na recuperação de áreas degradadas, no planejamento e controle do parcelamento do solo urbano e dos usos da água, em geral, e do uso agrícola em especial (COPPE-LABHID(2002)).

Este estudo foi realizado no âmbito de um projeto institucional da CPRM – Serviço Geológico do Brasil intitulado “Estudos Integrados em Bacias Experimentais e Representativa – Região Serrana – RJ”, que surgiu com a finalidade de apoiar financeiramente o “Projeto EIBEX-I – Estudos Integrados de Bacias Experimentais – Parametrização Hidrológica na Gestão de Recursos Hídricos das Bacias da Região Serrana do Rio de Janeiro” que teve início no ano de 2006, financiado pelo MCT/FINEP/CT-HIDRO. Com o fim do projeto financiado pela FINEP, em 2010, a CPRM continuou a operação da rede e prosseguiu com os estudos relacionados às suas atividades, dos quais fazem parte os experimentos de qualidade de água. (5RAraújo et al (2007).

O Projeto tem como objetivo a avaliação do comportamento hidrológico em região com bioma natural Mata Atlântica, e em áreas de ocupação agrícola e urbanizada, utilizando modelos de simulação de sistemas hídricos, de avaliação de processos erosivos, carga de sedimentos e poluição causada por fontes difusas. Para a realização dessas atividades foi executado um levantamento da base cartográfica existente com o objetivo de elaboração do Sistema de Informações da Bacia, ainda em desenvolvimento, utilizado nas diversas pesquisas da área.

Foram identificados os locais de interesse para instalação dos experimentos de acordo com os objetivos da pesquisa. Para isso foi definida uma bacia representativa, que reunisse as características de uso de solo e vegetação da bacia do rio Piabanha para que os resultados pudessem ser utilizados na gestão de recursos hídricos, tendo como seção de controle a estação Pedro do Rio. Dentro desta área, com



cerca de 400km<sup>2</sup>, foram definidas três bacias experimentais, onde predominam os diferentes usos do solo existentes e suas respectivas áreas aproximadas:

- Área de mata Atlântica preservada – 13km<sup>2</sup> - Figura 3 – visão da paisagem a montante da estação Rocío, no município de Petrópolis;



Figura 3. Paisagem a montante da estação Rocío, no município de Petrópolis, na bacia de Mata Preservada.

- Área de uso agrícola – 30km<sup>2</sup> - Figura 4 - apresenta uma área de cultivo na encosta e uma parte do relevo bem acentuado, na região do Bonfim, pertencente a bacia;



Figura 4. Área de cultivo na encosta e uma parte do relevo bem acentuado, região do Bonfim, na bacia de uso Agrícola .

- Área urbana – 47km<sup>2</sup> - Figura 5 – Estação Esperança no distrito Bingen no município de Petrópolis



Figura 5. Estação Esperança no Bingen, Petrópolis, na bacia de uso Urbano.

A Figura 4 apresenta a bacia do Piabanha com a hidrografia, a área da Bacia Representativa e as três bacias experimentais.

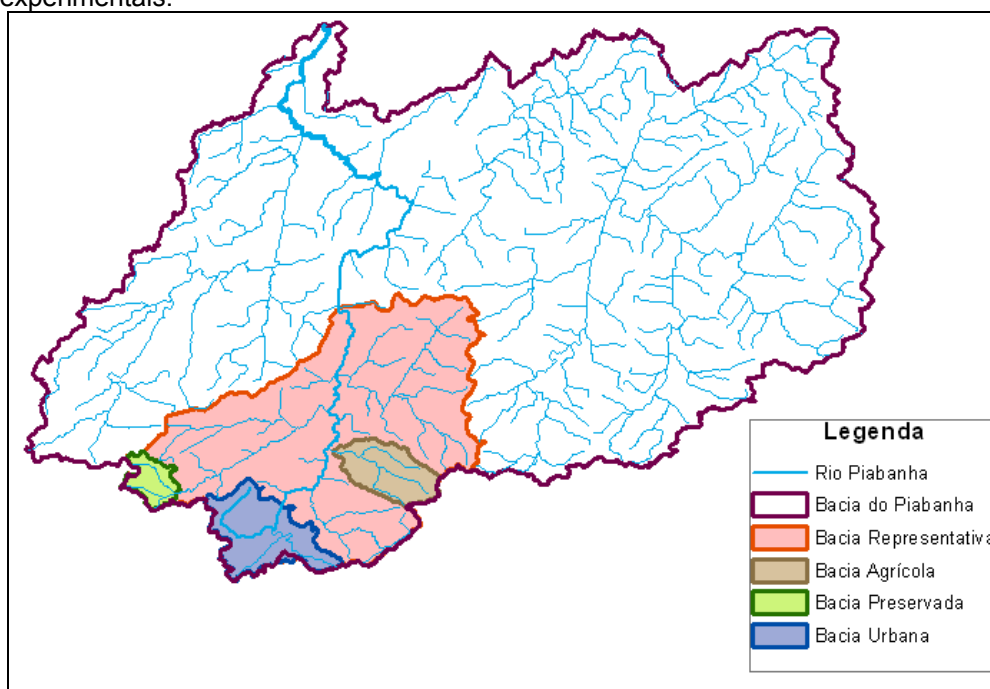


Figura 4. A bacia do rio Piabanha, a localização da Bacia representativa e das três bacias experimentais (agrícola, preservada e urbana).

Os detalhes da seleção das bacias e instalação das estações integrantes do projeto podem ser encontrados em Mascarenhas (2007)

As atividades realizadas no âmbito do projeto envolvem a manutenção das estações e levantamento e avaliação dos dados de qualidade e quantidade de água e são desenvolvidas através das ações listadas a seguir:

a) Campanhas de Hidrometria

Mensalmente são realizadas campanhas de supervisão e manutenção das estações que se encontram instaladas. Nessas campanhas, além da manutenção física das estações, são realizadas atividades, tais como: o pagamento dos observadores, recolhimento dos boletins pluviométricos e fluviométricos, medição de vazões na seção da estação, resgate dos dados armazenados nos equipamentos e a instalação de novas estações.

b) Campanhas de Coletas de Amostras Qualidade de Água

São feitas também coletas mensais de amostras e medição com equipamento de qualidade de água, para mapeamento da situação da bacia representativa. Através do equipamento são medidos quatro parâmetros: Temperatura (°C), Condutividade Elétrica (µS/cm), Oxigênio Dissolvido (mg/l) e pH.

c) Modelagem Quali-Quantitativa

Os dados adquiridos através das campanhas estão sendo reunidos, analisados e consistidos para serem utilizados na modelagem hidrológica e de qualidade de água da bacia. Tal modelagem terá como finalidade a simulação quali-quantitativa da bacia e a avaliação das estações instaladas.

d) Campanhas Eventuais

Através de campanhas eventuais são desenvolvidas atividades complementares às anteriores e, ainda, fornecido apoio a estudos desenvolvidos na bacia por outras instituições.

Atualmente, a rede operada pela CPRM conta com 15 (quinze) estações que dispõem de equipamento convencional (pluviômetro e/ou seção de réguas) e, algumas, também possuem equipamento automático de registro de chuva e/ou nível. Das quais, 11 (onze) fazem parte da rede de monitoramento de qualidade de água.

A Rede de monitoramento de qualidade da água começou a ser operada em agosto de 2009 através da realização de campanhas de coletas de amostras e medição com equipamento automático mensalmente, a partir de 2010, a frequência passou a ser bimestral. São analisados cerca de 30 parâmetros de qualidade de água pelo Laboratório de Análise de Águas Minerais – LAMIN, da CPRM, e Laboratório contratado (para os parâmetros que o LAMIN não realiza a análise) que se encontram listados na Tabela 1. Com equipamento automático é feita a medição de Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido.

Tabela 1. Lista de Parâmetros de qualidade de água analisados no Projeto.

Parâmetros - LAMIN	Laboratório Privado
Alumínio (Al)	DBO
Antimônio (Sb)	DQO
Arsênio (As)	Organo Clorados (SVOC)
Cádmio (Cd)	Organo Fosforados
Chumbo (Pb)	Carbamatos
Cobalto (Co)	Coliformes Fecais
Cobre (Cu)	Coliformes Totais
Cromo Total (Cr)	
Condutividade Elétrica (uS/cm a 20 °C)	
Estanho (Sn)	
Ferro (Fe)	
Fosfato Total (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	
Manganês (Mn)	
Níquel (Ni)	
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
Nitrogênio Amoniacal Total (NH <sub>4</sub> )	
pH	
Prata (Ag)	
Selênio (Se)	
Sólidos em Suspensão	
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	
Turbidez (uT)	
Zinco (Zn)	

### 3.2. O ICMS Ecológico

Com o advento da Lei 5.100, publicada em 04 de outubro de 2007, o estado do Rio de Janeiro passou a contar com mais um instrumento de proteção ambiental: o "ICMS Ecológico". Este instrumento pode ser incluído no rol dos "Pagamentos/Compensação por Serviços Ambientais".

Desde os anos 70 existem propostas para a introdução de mecanismos de caráter econômico para a gestão ambiental e de recursos hídricos, sendo os principais: poluidor-pagador, usuário-pagador e

protetor-recebedor. Principalmente, os dois primeiros, têm sido impulsionados por grupos que acreditam que somente as medidas de comando-controle (licenciamento, planos de manejo, zoneamento, sanções, penalidades, multas, etc.), estabelecidas pelo Poder Público, não são suficientes ou eficientes para a preservação ambiental. (Born *et Talocchi* (2002))

O “Pagamento/Compensação por Serviços Ambientais” é uma espécie de mecanismo de caráter econômico que tem como principal objetivo transferir recursos ou benefícios da parte que se beneficia da preservação para a parte que contribui “ativamente” para esse fim. O princípio orientador dessa relação é o chamado princípio “protetor-recebedor”, consistindo em um estímulo concreto para alguns segmentos da sociedade realizarem algo que é de suma importância para toda a população. Esse pagamento ou compensação pode ocorrer de diferentes formas, dentre as quais são citados alguns exemplos a seguir (Born *et Talocchi* (2002)):

- Transferências diretas de recursos financeiros;
- Favorecimento na obtenção de créditos;
- Isenção de taxas e impostos;
- Aplicação (alocação) de receitas de impostos em programas especiais;
- Fornecimento preferencial de serviços públicos;
- Disponibilização de tecnologia e capacitação técnica;
- Subsídios e produtos;
- Garantia de acesso a mercados ou programas especiais.

Assim, o “Pagamento/Compensação por Serviços Ambientais” é um tipo de ferramenta ou mecanismo econômico de preservação, já que não tem como base a repressão por punição, mas o envolvimento, o incentivo e a compensação, possuindo um caráter essencialmente voluntário.

Segundo Batista (2010), existem algumas condições importantes para que seja configurado um “Pagamento/Compensação por Serviços Ambientais” são elas:

- Transação voluntária
- Serviço ambiental bem caracterizado
- Existência de “valor” para pelo menos um comprador dos serviços
- Existência de um provedor dos serviços
- Garantia da provisão do serviço prestado pelo provedor (condicionante).

O “ICMS Ecológico”, como uma espécie de “Pagamento/Compensação por Serviços Ambientais”, representa uma forma de inclusão do critério ambiental no repasse dos impostos estaduais aos municípios. Que além da compensação financeira permite, também, o acesso a atividades de desenvolvimento sustentável, como, por exemplo, o ecoturismo, que funcionam como ferramentas de conscientização ambiental.

O ICMS é o imposto recolhido pelos estados brasileiros em razão das operações e serviços comerciais. Alguns estados brasileiros já adotaram o “ICMS Ecológico”, como é o caso do Rio de Janeiro, cuja iniciativa de criação foi da Secretaria de Estado do Ambiente, e culminou com a edição da Lei 5.100/07, estabelecendo um novo critério de repartição: o critério ecológico. Isso significa que da parcela dos 25% da arrecadação do ICMS no Estado, 2,5% (a lei estabeleceu que esse percentual aumentaria gradativamente: 1% em 2009; 1,8% em 2010; e, finalmente, 2,5% no exercício fiscal de 2011 em diante) será repartido de acordo com os seguintes percentuais: (artigo 2º – § 2º - Lei 5.100/07)

- 45% - efetiva implantação das unidades de conservação das Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN, conforme definidas no SNUC, e Áreas de Preservação Permanente – APP. Sendo que desse percentual 20% (vinte por cento) serão computados para áreas criadas pelos municípios;
- 30% - índice de qualidade ambiental dos recursos hídricos;
- 25% - coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos, 25% (vinte e cinco por cento).

A Lei trouxe, também, um importante incentivo a estruturação ambiental dos municípios estabelecendo como condição para adquirir os recursos, que o município a ser beneficiado deverá organizar o próprio Sistema Municipal do Meio Ambiente, composto no mínimo por: Conselho Municipal do Meio Ambiente; Fundo Municipal do Meio Ambiente; órgão administrativo executor da política ambiental municipal e Guarda Municipal Ambiental (Artigo 3º - Lei 5.100/07) com apoio da Secretaria de Estado do Ambiente. A regulamentação foi feita através dos decretos n.º: 41.844/2009, que estabelece definições técnicas para alocação do percentual a ser distribuído aos municípios em função do ICMS Ecológico, e 41.903/2009 e 42.773/2011 que definem condições para a criação da guarda municipal ambiental.

No estado do Rio de Janeiro, já existe um município que cumpriu todos os requisitos legais para o recebimento do “ICMS Ecológico”, Varre-Sai, microrregião de Itaperuna e, a partir de 2012, receberá o repasse estadual da parcela do imposto. A Lei municipal, sancionada em 2010, estabelece o repasse de 60% do “ICMS Ecológico”, diretamente aos agricultores que já possuam ou plantem novas Reservas Particulares do Patrimônio Nacional (RPPNs), que ficará entre R\$ 300 e R\$ 400,00 por hectare/ano. Por enquanto são oito RPPNs, mas a tendência é aumentar, pois a sua aprovação garante um aumento de cerca de 30% no “ICMS Ecológico” repassado, sendo um ganho sob o ponto de vista ambiental, econômico e social. A Lei chegou num momento em que os agricultores já tinham sido capacitados para preservar a cobertura vegetal de suas propriedades por meio do Programa Rio Rural cujo um dos objetivos é fomentar boas práticas para que o agricultor possa competir no mercado e, ainda preservar o meio ambiente.

### 3.3. Aplicação

Foram selecionadas, para esse trabalho, 9 (nove) estações de qualidade de água, sendo três na bacia urbana, três na bacia agrícola, uma na bacia preservada e duas estações de controle. Essas estações encontram-se listadas na Tabela 2 acompanhadas do seu código, coordenadas e distinção da bacia experimental que estão inseridas.

Tabela 2. Relação das estações de qualidade de água selecionadas para o estudo.

ESTAÇÃO	Código FLU	Código PLU	LOCALIDADE	CURSO D'AGUA	LATITUDE	LONGITUDE	Bacia
Rocio 2 - Ponte	58400212	****	Petropolis	Rio da Cidade	22° 28' 38,70"	43° 15' 24,60"	Preservada
Esperança	58400010	2243285	Petropolis	Rio Piabanha	22° 30' 39"	43° 12' 37"	Urbana
Liceu	58400050	2243288	Petropolis	Rio Piabanha	22° 29' 14"	43° 10' 38"	Urbana
Morin	58400030	2243287	Petropolis	Rio Palatinado	22° 31' 00"	43° 10' 08"	Urbana
Poço Tarzan	58400110	2243303	Petropolis	Rio Bonfim	22° 27' 14"	43° 06' 28"	Agrícola
Poço do Casinho	58400102	****	Petropolis	Rio Açú	22° 27' 39,6"	43° 05' 40,8"	Agrícola
Joao Christ	58400104	****	Petropolis	Rio Alcobaça	22° 27' 37,19"	43° 05' 59,76"	Agrícola
Pq.petropolis	58400250	2243302	Petropolis	Rio Quitandinha	22° 24' 19"	43° 08' 00"	-
Pedro do Rio	58405000	*****	Petropolis	Rio Piabanha	22° 19' 56"	43° 08' 01"	

Com base no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH, cedido pela Agência Nacional de Águas, constatou-se que a maior parte do esgoto doméstico, da cidade de Petrópolis, é lançado diretamente nos rios ou em fossas e sumidouros.

A Figura 5 apresenta a bacia representativa e as três bacias experimentais (agrícola, preservada e urbana) bem como, as estações de qualidade de água e usuários selecionados para o estudo.

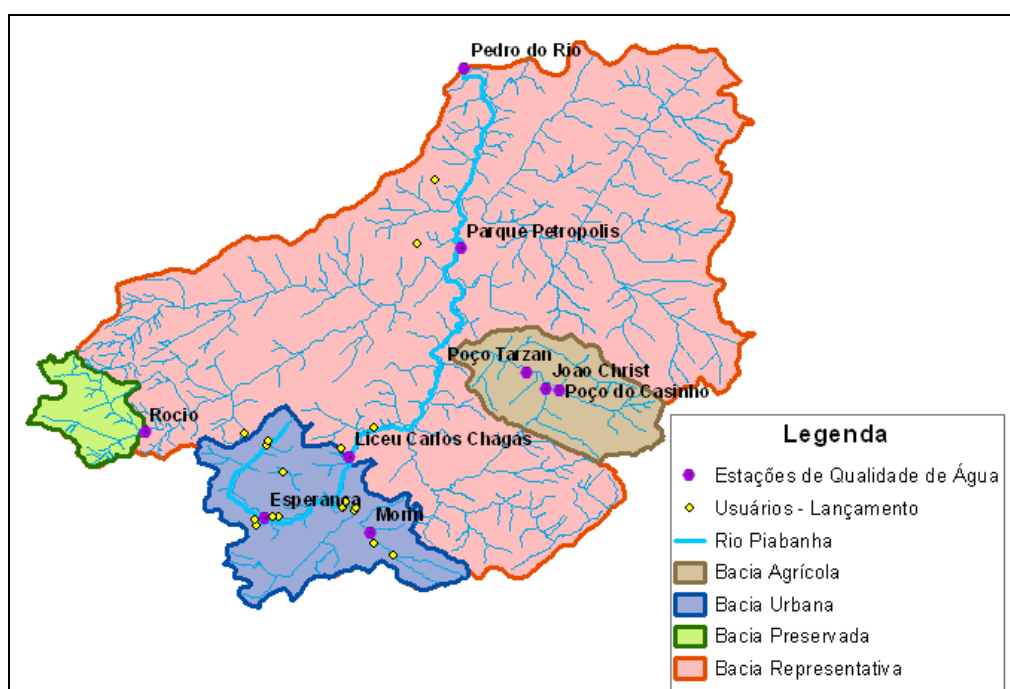


Figura 5. Localização das estações de qualidade de água selecionadas para o estudo e dos usuários de lançamento na bacia Representativa.



Do elenco de parâmetros analisados no Projeto, foram selecionados aqueles mais relevantes para a análise da qualidade da água em relação ao uso de solo, são eles: Alumínio, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, Demanda Química de Oxigênio – DQO, Oxigênio Dissolvido – OD, Coliformes Fecais e Totais, Temperatura, pH, fosfato, nitrato, nitrogênio amoniacal e sólidos em suspensão.

Nesse estudo foram considerados os dados obtidos nas campanhas de coleta de amostras e medição com equipamento automático no período de agosto de 2009 a novembro de 2010. Os resultados foram organizados em Box-plots, ou seja, foram calculadas variáveis estatísticas a fim de determinar as tendências das séries de cada estação, para cada parâmetro, são elas:

- Máximo
- Mínimo
- Desvio Padrão
- Média
- Quartis ( 25, 50 e 75%)

As estações foram organizadas no gráfico seguindo o critério da localização, assim, elas foram agrupadas por bacia experimental e de montante para jusante.

A Figura 6 apresenta os resultados obtidos para o parâmetro Alumínio para o período de estudo. É possível notar que os níveis mais altos são encontrados na Bacia de uso agrícola. É provável que o solo da região seja muito rico nesse metal e, pelo fato, dele ficar exposto nessas bacias, seja carregado para o rio, principalmente, através das chuvas. Os valores máximos ocorreram em época chuvosa, nos meses de outubro a dezembro de 2011, além disso, os valores médios nas três estações na bacia agrícola são maiores do que os máximos em todas as outras. O desmatamento, em razão dos cultivos, e o próprio manejo do solo podem ter acelerado este processo, já que na bacia de mata preservada, embora os valores sejam mais altos que as estações da bacia urbana, não são tão elevados. O alumínio deve se depositar no fundo do rio, pois não exerce grande influência nas estações a jusante da bacia agrícola ( Parque Petrópolis e Pedro do Rio). Com exceção das estações da Bacia de uso agrícola, as demais tiveram resultados inferiores ao limite estabelecido para a Classe 2 da Resolução CONAMA 357/05, para o parâmetro.

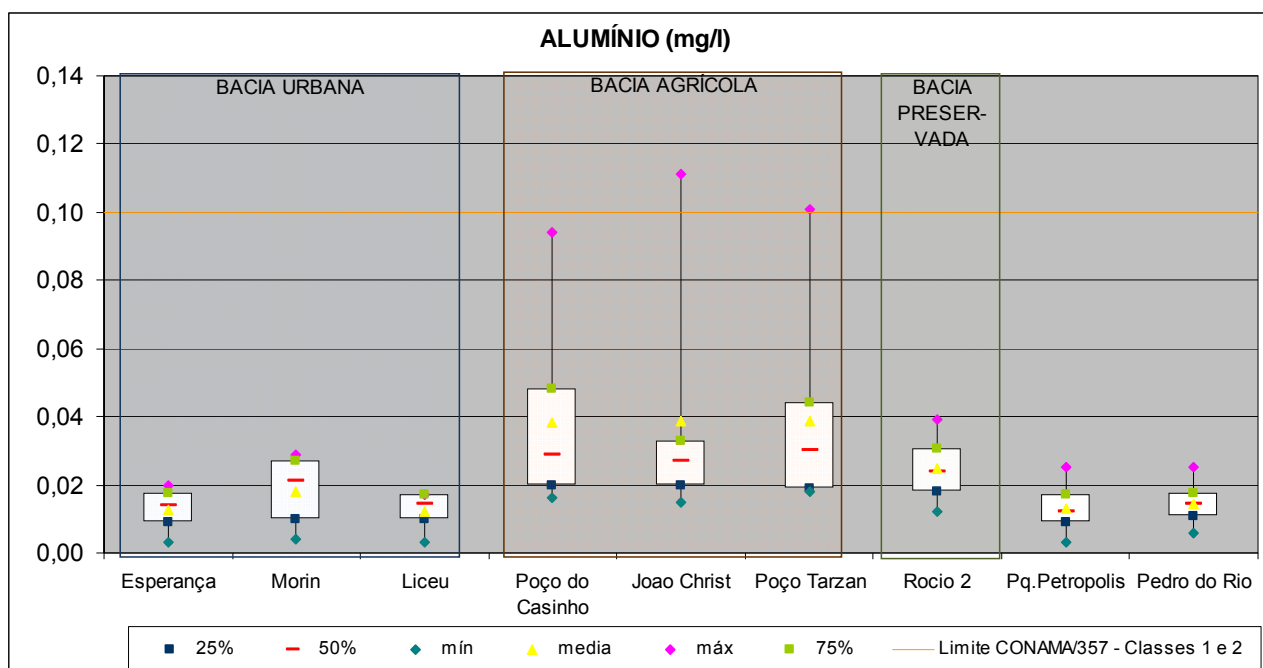


Figura 6. Resultados para o parâmetro Alumínio (mg/l) para as estações selecionadas para o estudo.

A avaliação seguinte se refere aos parâmetros de qualidade de água relacionados à presença de matéria orgânica no corpo d'água, advinda, principalmente, de esgoto lançado no rio sem tratamento. Já foi relatado, anteriormente, que a bacia, praticamente, não possui estações de tratamento de esgoto. É possível notar, a partir dos resultados apresentados a seguir, as implicações desse fato na qualidade de água. Com a presença de esgoto, há um aumento na Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), com o consumo da matéria orgânica, conseqüentemente, há uma queda no Oxigênio Dissolvido necessário para o processo. Tal processo pode ser notado, principalmente, para as estações localizadas na bacia de uso urbano, conforme pode ser visto nas Figuras 6, 7 e 8 que apresentam os resultados obtidos, respectivamente, para DBO, Oxigênio Dissolvido (OD) e DQO, ambos em mg/l.

Quando comparada com as bacias de uso agrícola e mata preservada, a bacia urbana apresenta os efeitos da falta de tratamento de esgotos, com a elevação dos valores de DBO e queda dos valores de OD. Além disso, pode-se perceber que há uma variação muito grande dos valores dos parâmetros demonstrando a influência do lançamento de esgoto que, dependendo, da vazão do rio fica mais ou menos diluído.

É possível notar, também, que, não há recuperação do rio Piabanha ao longo da bacia urbana, já que a estação mais a jusante, Liceu, apresenta valores mais baixos de OD e mais altos de DBO. Já com relação à bacia representativa, ocorre o contrário, as estações mais a jusante, Parque Petrópolis e Pedro do Rio, possuem valores médios de DBO e Oxigênio Dissolvido dentro dos padrões de qualidade da Classe 2, segundo a Resolução CONAMA 357/05, mostrando que o rio Piabanha consegue se recuperar.

Vale acrescentar, a análise dos resultados do Oxigênio Dissolvido em relação à Temperatura (a variação de pressão pode ser desprezada) já que é sabido que os valores de OD tendem a aumentar com a queda da temperatura. A Figura 9 apresenta os resultados para o parâmetro Temperatura, que quando comparados com o Oxigênio Dissolvido correspondem a essa relação.

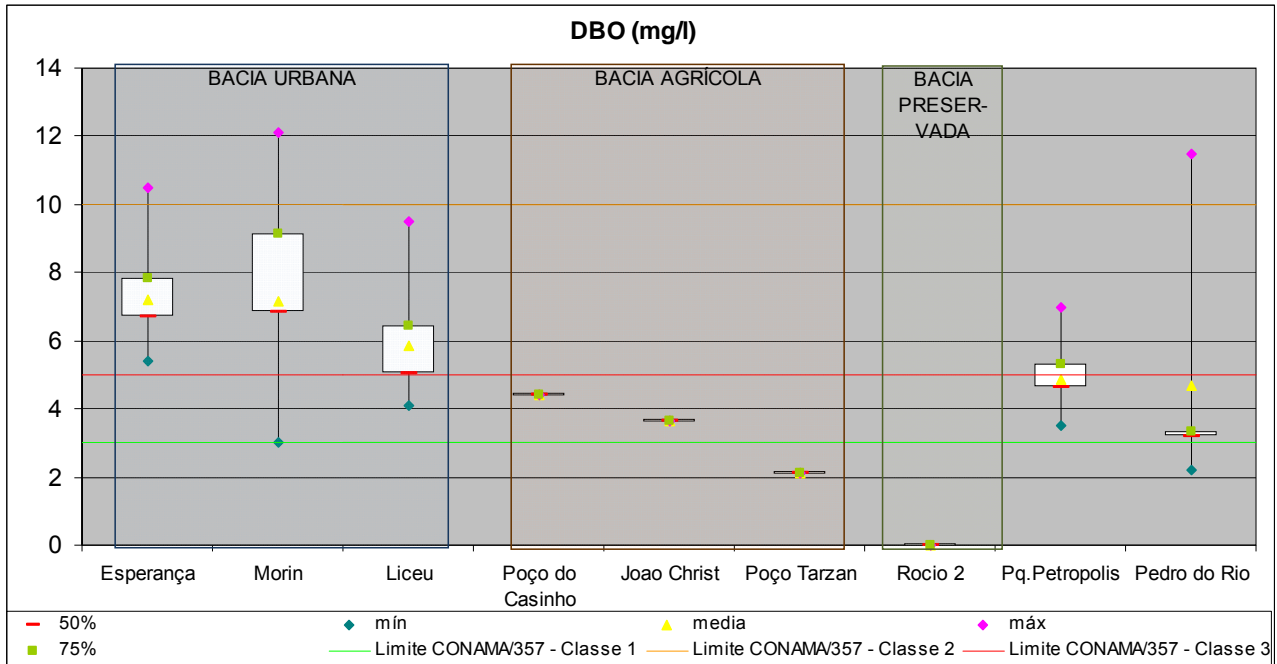


Figura 7. Resultados para o parâmetro DBO (mg/l) para as estações selecionadas para o estudo.

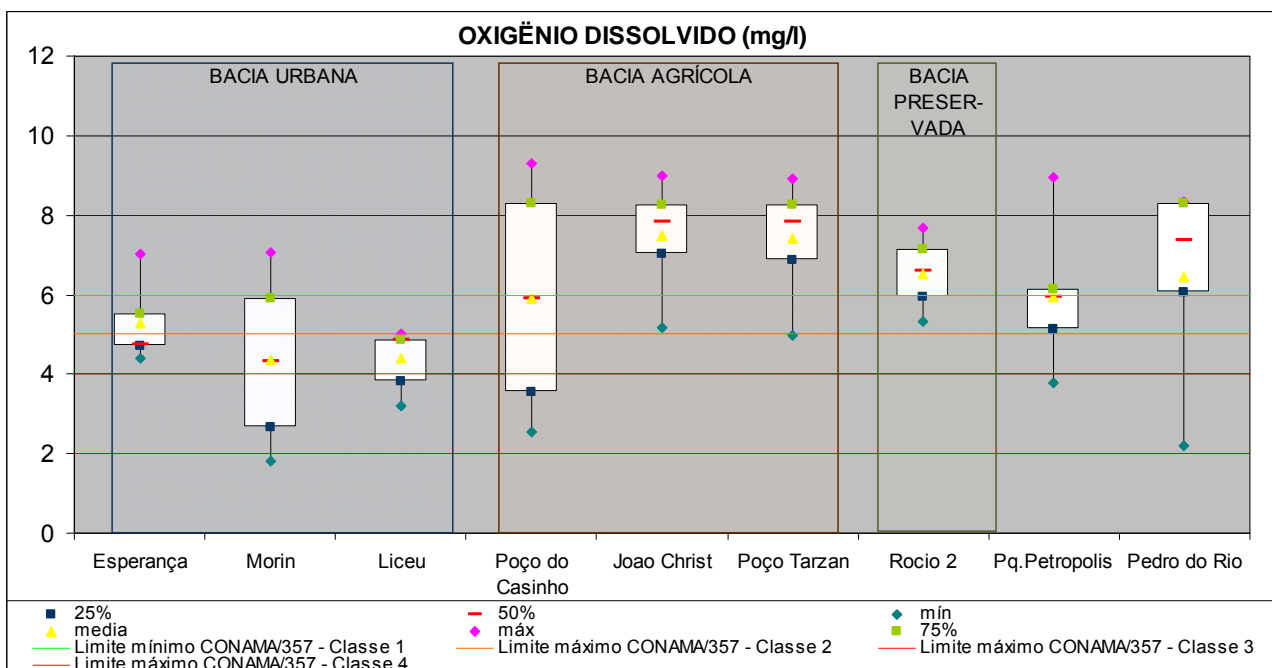


Figura 8. Resultados para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/l) para as estações selecionadas para o estudo.

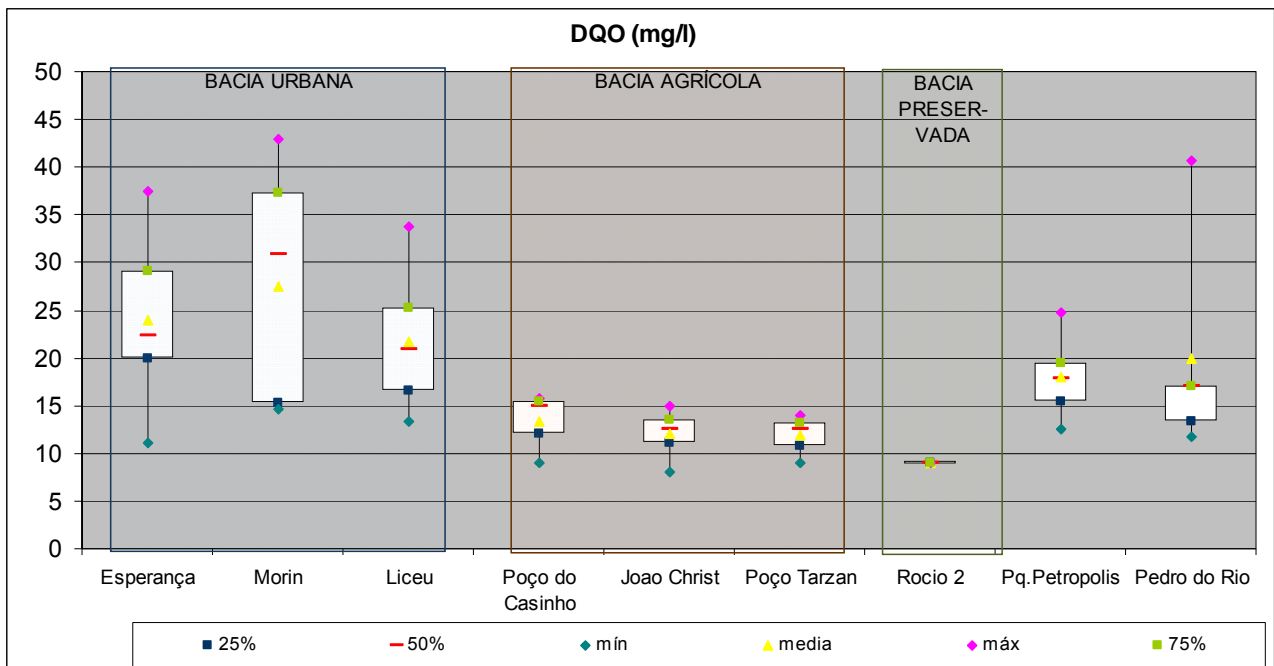


Figura 9. Resultados para o parâmetro DQO (mg/l) para as estações selecionadas para o estudo.

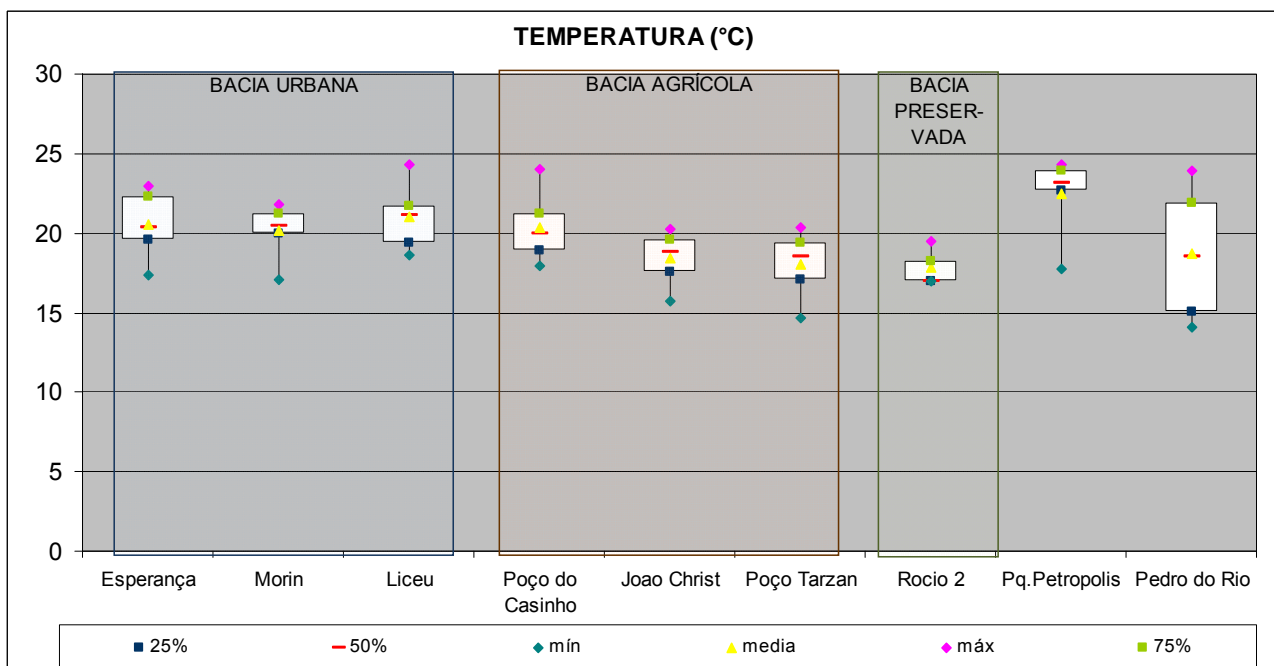


Figura 10. Resultados para o parâmetro Temperatura (°C) para as estações selecionadas para o estudo.

Os resultados obtidos para Coliformes Fecais e Totais, apresentados nas Figuras 10 e 11, respectivamente, também mostram este panorama de falta de tratamento de esgotos na Bacia. Os valores desses dois parâmetros, tanto os médios como os máximos, encontram-se mais elevados nas estações localizados na bacia urbana.

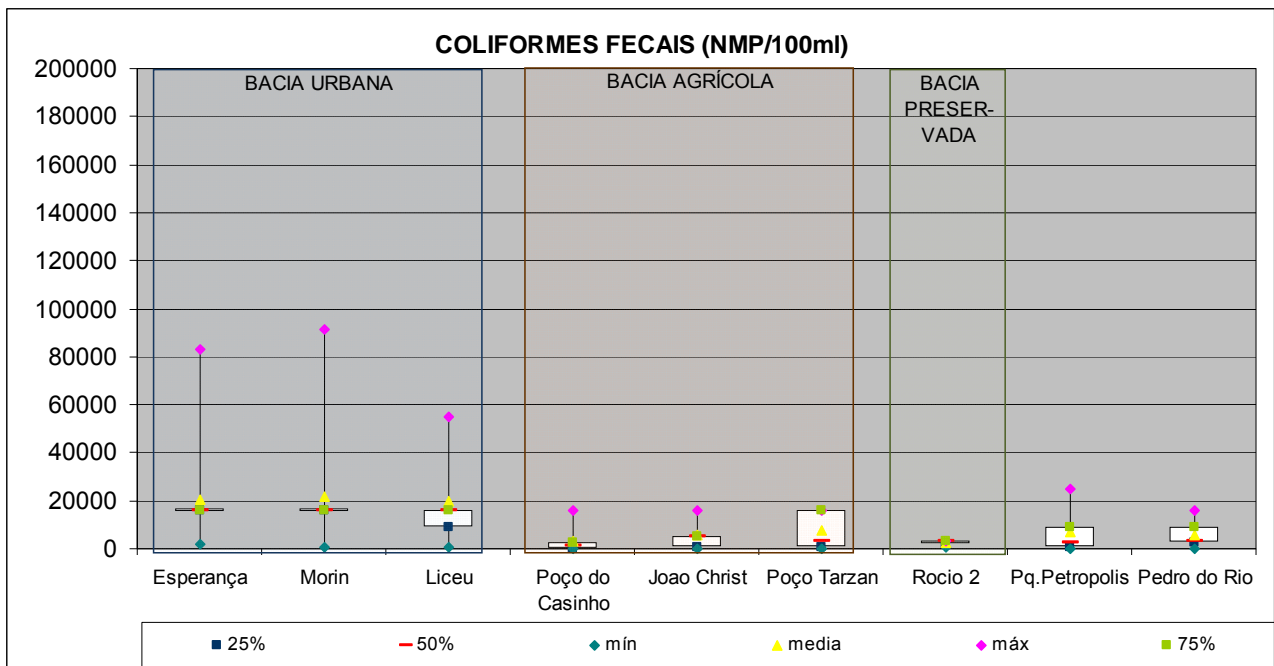


Figura 11. Resultados para o parâmetro Coliformes Fecais (NMP/100ml) para as estações selecionadas para o estudo.

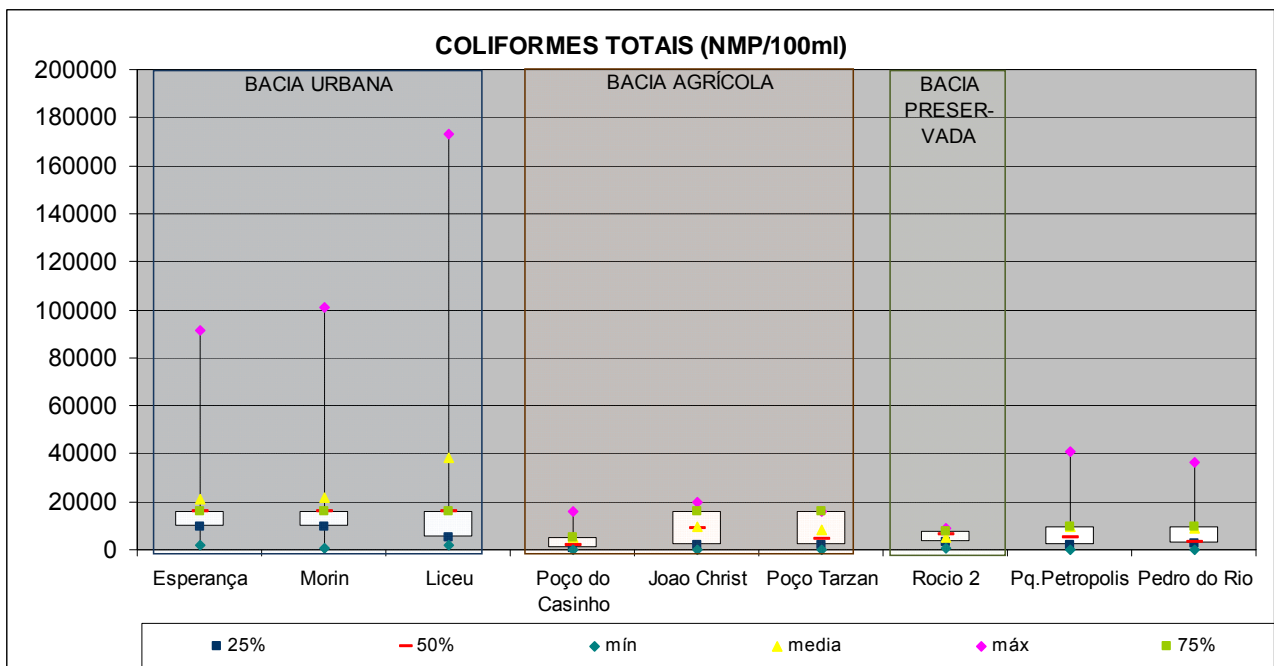


Figura 12. Resultados para o parâmetro Coliformes Totais (NMP/100ml) para as estações selecionadas para o estudo.

Quanto ao Fósforo, Nitrato e Nitrogênio Amônio eles podem ser indicadores de presença de matéria orgânica no curso d'água, mas, também, podem significar a utilização de fertilizantes, já que muitos deles utilizam o fósforo e o nitrogênio na sua composição. As Figuras 12, 13 e 14 representam, respectivamente, os resultados de Fósforo, Nitrato e Nitrogênio Amônio para as estações da bacia.

O nitrogênio, normalmente, é escasso nas águas e pode ser carregado pela chuva ou por contaminação das águas subterrâneas, já que alguns adubos utilizados na agricultura possuem nitrogênio como principal nutriente dada a sua importância e escassez no solo. Geralmente, nos animais e vegetais, o nitrogênio se encontra na forma orgânica, mas em contato com a água, rapidamente transforma-se em nitrogênio amônio. Por isso a presença de nitrato e nitrogênio amônio.

No caso da bacia representativa, o efeito maior, provavelmente, é devido a presença de matéria orgânica do esgoto, pois nota-se que a área urbana apresenta valores maiores para esses parâmetros, embora ele também esteja presente na bacia agrícola mas com valores mais baixos. Os valores para esta

bacia dos parâmetros Nitrato e Nitrogênio Amoniacal em alguns casos, ultrapassam o limite da Classe 2 estabelecido pelo Conama 357/05.

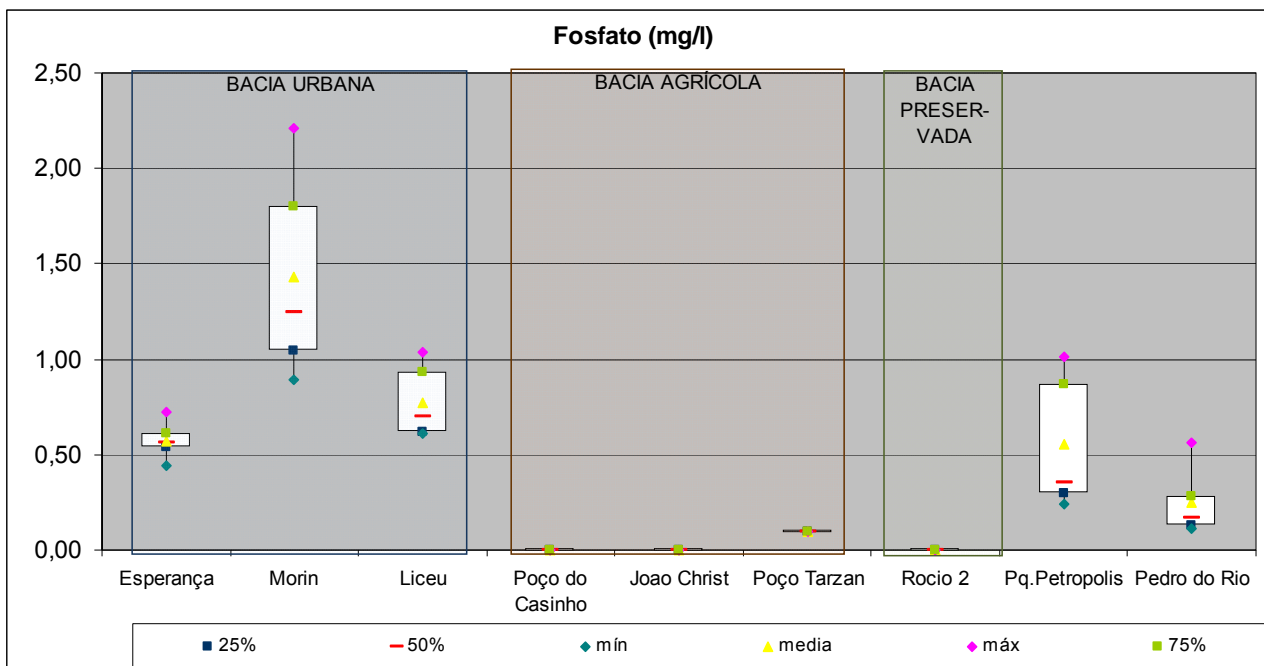


Figura 13. Resultados para o parâmetro Fosfato (mg/l) para as estações selecionadas para o estudo.

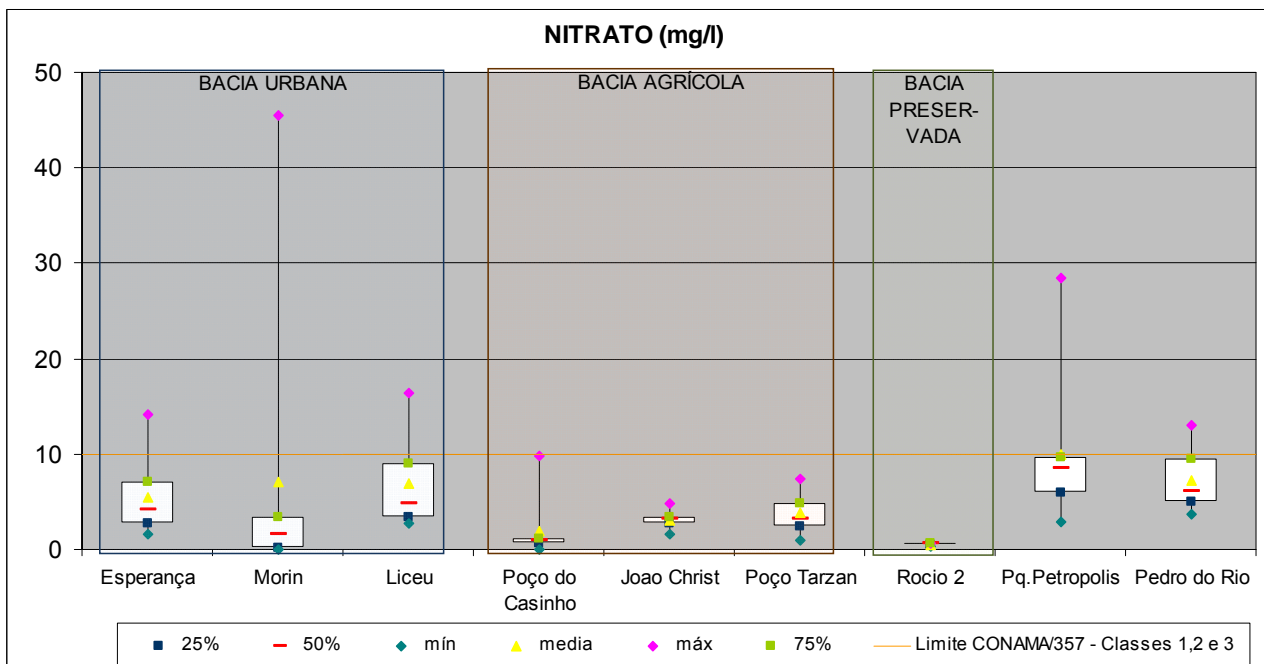


Figura 14. Resultados para o parâmetro Nitrato (mg/l) para as estações selecionadas para o estudo.



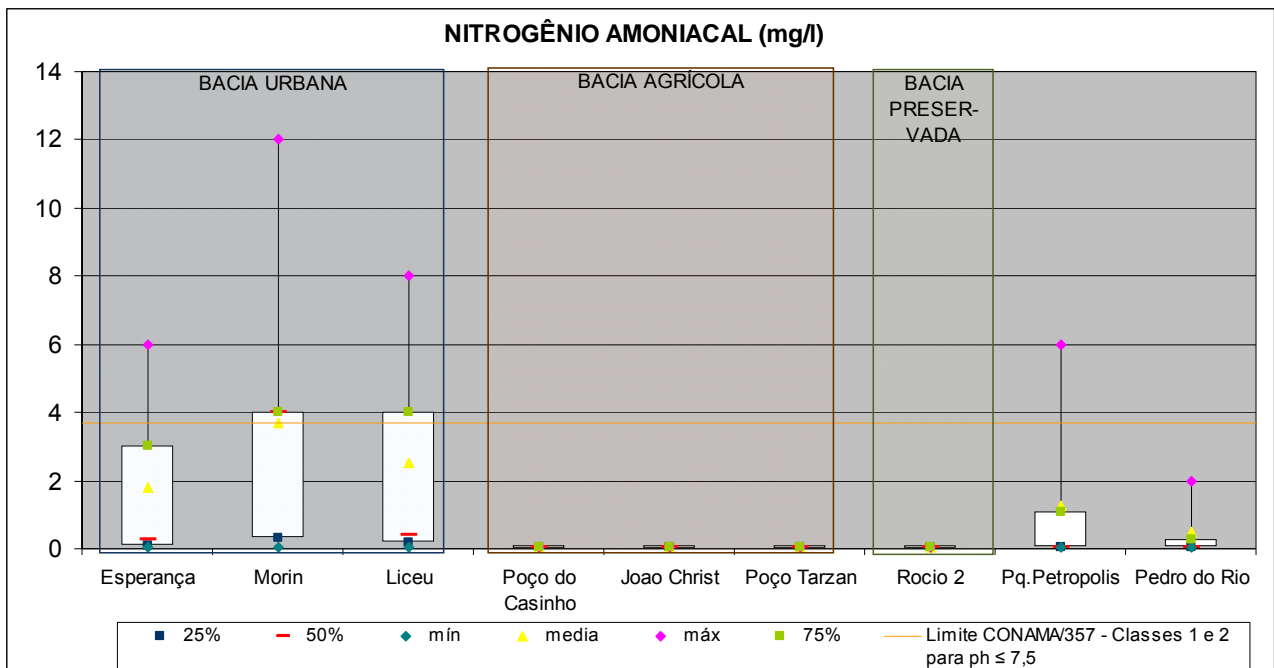


Figura 15. Resultados para o parâmetro Nitrogênio Amoniacoal (mg/l) para as estações selecionadas para o estudo.

A Figura 15 apresenta os resultados para o parâmetro pH que na maior parte do tempo permanece dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 para a Classe 2 para todas as estações.

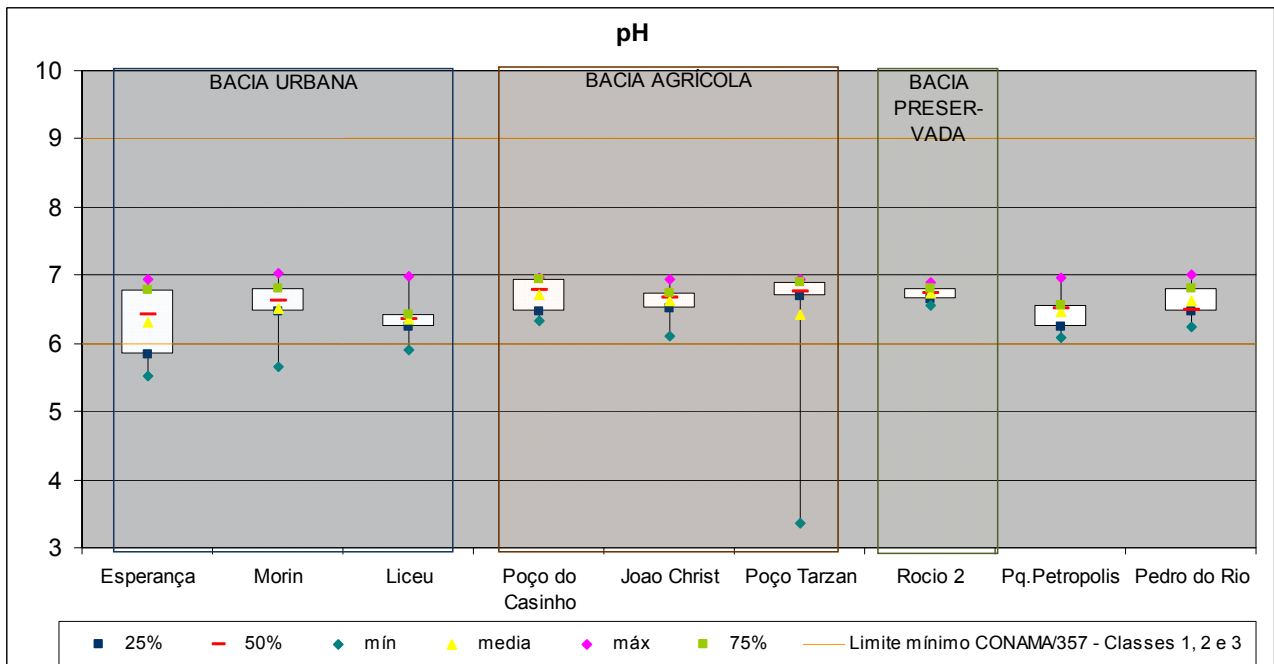


Figura 16. Resultados para o parâmetro pH para as estações selecionadas para o estudo.

Por último, a Figura 16 apresenta os resultados para o parâmetro Sólidos em Suspensão. Vale ressaltar, o efeito da vegetação na produção de sedimentos, é possível notar que na estação Rocio 2, na bacia preservada, esse parâmetro apresenta resultados muito mais baixos que nas demais estações, evidenciando esse aspecto positivo.

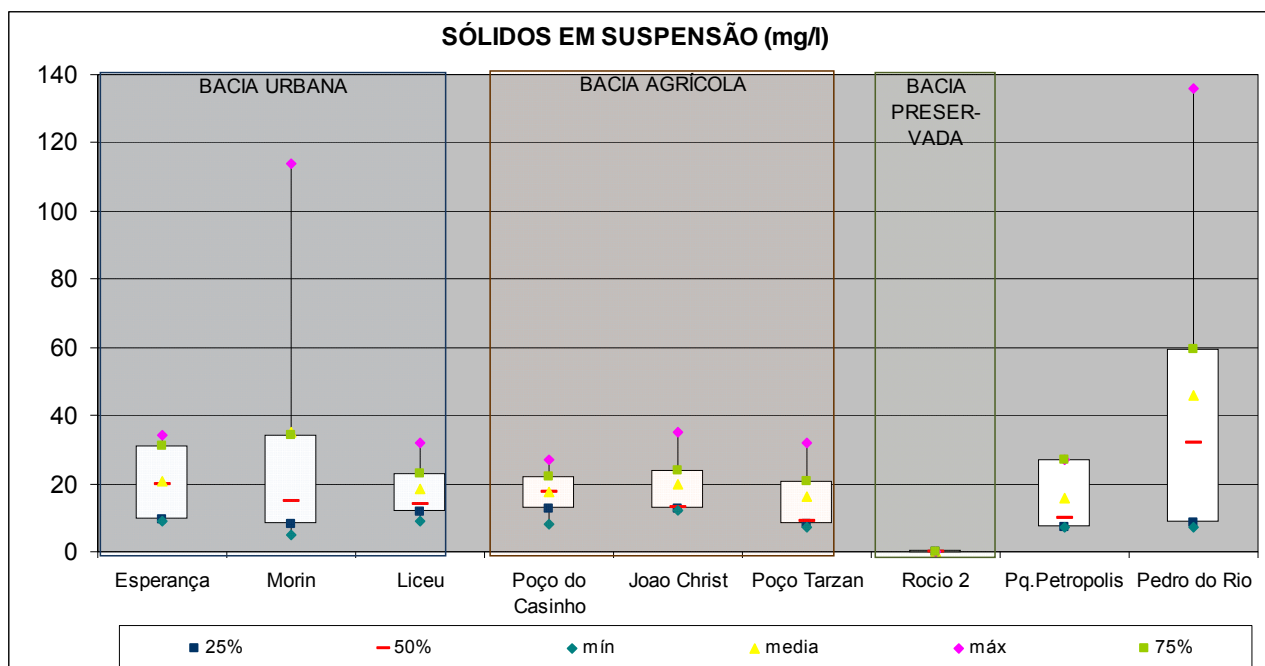


Figura 17. Resultados para o parâmetro Sólidos em Suspensão (mg/l) para as estações selecionadas para o estudo.

#### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

É possível perceber que a bacia experimental de uso urbano é a que apresenta maiores problemas na qualidade de água de acordo com os resultados apresentados, devido principalmente, a falta de planejamento para suportar os rejeitos produzidos e lançados nos cursos d'água, na maior parte das vezes, *in natura*. Dessa forma, uma ocupação melhor planejada pode gerar benefícios diretos e indiretos na qualidade dos recursos hídricos.

Outra questão verificada foi o carreamento de Alumínio nas bacias preservada e agrícola, nessa última em maior quantidade, os valores não violam ainda a Resolução Conama 357/05, mas através do monitoramento será possível acompanhar a evolução e evitar problemas futuros.

Não foi possível fazer considerações mais amplas a respeito dos agrotóxicos utilizados na bacia experimental, pois em nenhuma das coletas realizadas foi detectada a presença de organoclorados, carbamatos e organofosforados, os resultados foram todos abaixo do limite de quantificação. Para resultados mais eficazes, sob o ponto de vista dos agrotóxicos, é recomendável que seja realizada a análise qualitativa dos sedimentos dos sedimentos.

A criação do "ICMS Ecológico" é um avanço na linha dos instrumentos econômicos pra preservação dos recursos hídricos, embora, ainda corresponda a um percentual pequeno em relação ao montante total. Propõe-se que os 30% do "ICMS Ecológico" referente ao Índice Ambiental dos Recursos Hídricos, que deve ser repassado para os municípios, seja contabilizado levando em consideração os problemas específicos do município.

No caso da bacia do rio Piabanha, objeto desse estudo, cujo principal problema da qualidade das águas é a falta de tratamento de esgotos, isso seria feito da seguinte forma: o repasse deveria considerar o número de estações de tratamento de esgotos. O município receberia os recursos proporcionalmente ao número de estações de tratamento instaladas. Outro critério, seria a criação de áreas de preservação em áreas mais críticas, como a bacia urbana, que auxiliaria a recuperação dos rios.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. M. N.; MORAIS, A.; VILLAS-BOAS, M.D. *et al Estudos Integrados de Bacias Experimentais Parametrização Hidrológica na Gestão de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piabanha*. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 11., 2007, São Paulo. Anais... CD-ROM
- BATISTA, G. “*Pagamento por Serviços Ambientais*“. VI Encontro Meio Ambiente- Parque do Itaim, P M Taubaté – São Paulo, 2010.
- BORN, R. H.; TALOCCHI, S. (org.). “*Proteção do capital social e ecológico. Por meio de compensações por serviços ambientais (CSA)*“. São Paulo: Ed Fundação Petrópolis, 2002. p. 27-45. BRASIL.
- LABHID COPPE/UFRJ. “*Propostas para a Criação de Áreas Sujeitas a Restrição de Uso, com vistas à Proteção dos Recursos Hídricos*“. Elaborado como parte dos documentos que compõem o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paraíba do Sul, ANA, LabHid COPPE/UFRJ, Fundação COPPETEC, 2002.
- MASCARENHAS, F. C. B. “*Projeto – EIBEX-I Estudos Integrados de Bacias Experimentais – Parametrização Hidrológica na Gestão de Recursos Hídricos das Bacias da Região Serrana do Rio de Janeiro*.” Rio de Janeiro: MCT/FINEP/CT-HIDRO, 2007. 72 p.
- MCT/FINEP/CT-HIDRO, “*Projeto-EIBEX-I – Estudos Integrados de Bacias Experimentais – Parametrização Hidrológica na Gestão de Recursos Hídricos das Bacias da Região Serrana do Rio de Janeiro*” – Relatório Técnico Parcial 2, março de 2010.
- MORAIS, A; VILLAS-BOAS, M.D. *et al. “Estudos para um diagnóstico quali-quantitativo em bacias experimentais – Estudo de Caso: Bacia do rio Piabanha*”. In 2º Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, 2009, Taubaté, São Paulo.
- Jornal OGLOBO – Caderno Razão Social – 15 de fevereiro de 2011 – nº 112
- <http://www.icmsecologico.org.br> acessado em 10/05/2011