

APLICAÇÃO DE ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA MICROBACIA DO CÓRREGO PITO ACESO–RJ: vivência experimental em campo para alunos de graduação da PUC-Rio

José Marcus Godoy¹; Rachel Bardy Prado² & Daniela Siveira Soluri³

RESUMO---O presente trabalho propõe apresentar resultados de uma iniciativa conduzida por professores da PUC-Rio e pesquisadores da Embrapa Solos, no sentido de propiciar aos alunos de graduação em Engenharia Ambiental da PUC-Rio, no âmbito da Disciplina Química Analítica Ambiental, uma experiência em campo na microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso (Bom Jardim-RJ) para coleta, análises, acondicionamento e transporte de amostras de água para avaliação do estado de degradação. Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos foram analisados, parcialmente em campo (*in situ* e no laboratório improvisado) e no Laboratório de Química Analítica (PUC-Rio). As metodologias de análise dos parâmetros utilizadas foram as preconizadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Esta experiência vem ocorrendo anualmente, com turmas de aproximadamente 20 alunos, sendo os anos monitorados 2005-2008. A partir dos resultados dos parâmetros avaliados foi aplicado o Índice de Qualidade da Água (IQA-CETESB) para os 9 pontos monitorados e gerado um relatório anual pelos alunos. Uma análise comparativa multitemporal foi realizada neste estudo permitindo concluir que a qualidade da água na microbacia do Pito Aceso ainda encontra-se boa, mas que algumas fontes de poluição estão presentes podendo comprometer o abastecimento, principalmente doméstico e a saúde humana, ao longo do tempo.

ABSTRACT---The objective of this work is show the results from an experience in Pito Aceso river microbasin (Bom Jardim-RJ) with students from Environmental Engineering Graduate Course (PUC-Rio). These students are driven to the field by teachers from PUC-Rio and researchers from Embrapa Soils to collect, analyse, condition and transport water samples and to know the environmental problems *in situ*. Physical, chemical and microbiological parameters were analysed *in situ* and in Analytical Chemical Laboratory (PUC-Rio). The methodologies used were from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. This experience has been realized annually (2005-2008) to different students and each group is composed to approximately 20 students. From results obtained was applied Water Quality Index (WQI)-CETESB to 9 monitored points and built a annual written report by students. A comparative analyse was done from 2005 to 2008 water quality data. Thus, the conclusion was that the water quality in Pito Aceso river microbasin is still good, but some pollution sources were identified and would compromise the domestical water supply and population health in long time.

Palavras-chave: IQA, vivência experimental em campo, microbacia do Pito Aceso.

¹ Professor do departamento de Química, PUC-Rio, Edifício Cardeal Leme, 3º andar, Sala 301, 22451-900, Rio de Janeiro – RJ. E-mail: jmgodoy@puc-rio.br

² Pesquisadora da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, 22460-000, Rio de Janeiro-RJ. E-mail rachel@cnps.embrapa.br

³ Gerente de QSMS do laboratório de química analítica ambiental, PUC-Rio, Edifício Cardeal Leme, 3º andar, Sala 301, 22451-900, Rio de Janeiro – RJ. E-mail: dsoluri@puc-rio.br

1.0 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos vêm sendo deteriorados, de forma drástica, tanto em bacias hidrográficas rurais como urbanas, devido ao uso e ocupação inadequados da terra e emissão de poluentes nos corpos d'água. A poluição ocorre gradativamente e, sendo assim, é preciso fazer uso de instrumentos como o monitoramento. Este se presta a identificar o nível da degradação ao longo do tempo, por meio de parâmetros que podem ser de natureza física, química ou biológica. No entanto, muitos são os parâmetros utilizados cujos resultados são de difícil interpretação por pessoas não especialistas no tema. Desta forma, é preciso compilar estes resultados a fim de se obter uma única resposta que possa ser de fácil compreensão pela população afetada, bem como pelos tomadores de decisão da bacia hidrográfica. Uma forma de fazer isto é aplicar Índices de Qualidade da Água (IQA) que vêm sendo desenvolvidos nas últimas décadas mundialmente.

As principais vantagens dos índices de qualidade de águas são a facilidade de comunicação com o público não técnico e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. Podemos citar ainda, de acordo com Leite e Fonseca (1994), outras relevâncias da aplicação do IQA, como a redução de uma grande quantidade de dados atuando como ferramenta para o estudo de fenômenos ambientais; identificar problemas de qualidade de água que demandem estudos especiais em trechos de rios; servir de instrumento para gestão de recursos hídricos, dentre outros.

No caso do presente estudo, para propiciar aos alunos da disciplina “Química Analítica Ambiental” do curso de Engenharia Ambiental da PUC-Rio uma experiência de coleta e análise de parâmetros de qualidade de água em campo, bem como conhecer a realidade do uso e cobertura das terras e o seu reflexo na qualidade das águas, formou-se uma parceria entre PUC-Rio e Embrapa Solos para a realização da denominada Semana de Vivência em Campo. Os alunos (aproximadamente 20) são levados anualmente para realizarem esta experiência na área experimental de projetos da Embrapa e seus parceiros na microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso, no município de Bom Jardim, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro

A experiência da Semana de Vivência em Campo se iniciou em 2005 e vem se repetindo, anualmente, com diferentes turmas da disciplina de Química Analítica Ambiental do curso de Engenharia Ambiental da PUC-Rio. São coletadas amostras de água em 9 pontos ao longo do córrego principal da bacia do Pito Acesso e vários parâmetros químicos, físicos e biológicos são avaliados. Trata-se de experiência interessante uma vez que possibilita ao mesmo tempo maior aproximação dos alunos dos problemas ambientais e de como monitorar a sua qualidade, conhecendo um pouco mais a realidade do meio rural, bem como permite a avaliação anual destas

águas por meio da aplicação de um IQA (CETESB), podendo esta informação ser retornada à população e servir de subsídios ao gerenciamento desta microbacia.

2.0 ESTADO DA ARTE DA UTILIZAÇÃO DE IQA NO BRASIL

Índices de qualidade da água foram propostos visando resumir as variáveis analisadas em um número, que possibilite analisar a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço e que serve para facilitar a interpretação de extensas listas de variáveis ou indicadores (Gastaldini e Souza,1994).

Em geral, um índice de qualidade de água é um número adimensional que exprime a qualidade da água para os diversos fins. Esse número é obtido a partir da agregação de dados físicos, químicos e bacteriológicos por meio de metodologias específicas. Segundo Derísio (1992), de acordo com os diversos usos da água, surgiram índices específicos que os complementam, tais como: índice de qualidade de água em geral, índices para uso específico, índices para planejamento ambiental, entre outros.

No Brasil, o interesse por tais índices cresceu a partir de 1972, quando o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) manifestou em seu relatório anual a necessidade da utilização de índices para monitorar o meio ambiente. Horton, pesquisador alemão, foi quem fez a primeira apresentação formal de um IQA em 1965, referindo-se aos índices como ferramentas para a avaliação dos programas de redução da poluição e para informação pública (Derísio, 1992).

O IQA proposto por Horton selecionou oito parâmetros de qualidade, cada um com um peso relativo correspondente. Os parâmetros eram: OD, pH, coliformes fecais, alcalinidade, cloreto, condutividade, tratamento de esgoto, Carbono Cloriforme Extraído (CCE), sendo que os pesos variavam de 1 a 4. Ainda segundo este mesmo autor, em 1970, Brown, McClelland, Deininger e Tozer apresentaram um índice de qualidade da água bastante similar em sua estrutura ao índice de Horton e o estudo foi financiado pela National Sanitation Foundation.

Este índice, IQA-NSF, baseou-se em pesquisa de opinião feita a 142 especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem analisados, os pesos relativos dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores. Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade da água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes foram estabelecidas curvas de variação de qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada variável. Os parâmetros selecionados na ocasião foram: temperatura, OD, DBO, pH, turbidez, sólidos totais, coliformes fecais, fosfato total e nitrato. O IQA varia de 0 a 100, sendo que quanto maior o valor do IQA, melhor é a qualidade da água.

Este índice obteve grande aceitação, passando a ser o mais utilizado em diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil. A Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) juntamente com o

Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), que realizam o monitoramento da qualidade das águas superficiais dos Estados, utilizam o IQA-NSF.

Já no Estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), utilizou de 1975 a 2001, o IQA-NSF, mas adotando a seguinte modificação: ao invés de nitrato, foi monitorado o parâmetro nitrogênio total. Segundo técnicos, essa substituição foi feita com o intuito de adaptar o índice às realidades do Estado, que possuíam seus rios comprometidos por esgotos domésticos, que são ricos em outras formas de nitrogênio, tais como o nitrogênio orgânico e amoniacal.

A partir de 2002, tendo em vista a limitação do IQA frente à ocorrência de elementos tóxicos, a CETESB passou a utilizar índices específicos para os principais usos do recurso hídrico: águas destinadas para fins de abastecimento público (IAP), águas destinadas para proteção da vida aquática (IVA) e águas destinadas para o banho (Classificação da praia).

O IQA-CETESB tem sido o índice mais utilizado em sistemas de monitoramento da qualidade da água por instituições estaduais e inclusive federais, como é o caso do monitoramento da Bacia do rio da Prata, em território brasileiro. Além destes, diversos trabalhos foram encontrados na literatura análises comparativas relativas a aplicações de diferentes índices de qualidade da água, sendo reconhecido este IQA como o mais representativo da realidade. Entre outros, pode-se citar Deus et al. (1999) que compararam o IQA da NSF, Horton e Prati nas bacias hidrográficas dos rios Taquari, Antas e Caí no Rio Grande do Sul. Ferreira e Ide (2001) aplicaram o IQA-NSF, o Smith e o Horton no rio Miranda (MS) e observaram que o IQA-NSF e o Smith foram os que representaram melhor a qualidade da água.

3.0 O IQA DESENVOLVIDO PELA NATIONAL SANITATION FOUNDATION

O IQA originário da NSF, adotado e modificado pela CETESB, é calculado pelo produto ponderado das notas atribuídas aos seguintes parâmetros de qualidade de água: temperatura, pH, OD, DBO, coliformes fecais, nitrogênio total, fosfato total, sólidos totais e turbidez, conforme equação 1:

$$IQA = \pi \cdot q_i \cdot w_i \quad (1)$$

Onde:

IQA = índice de qualidade da água (varia de 0 a 100);

π = número “pi” (3,14...);

q_i = nota atribuída ao i-ésimo parâmetro (entre 0 e 100) obtido da respectiva “curva de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, atribuído por sua importância para a conformação global da qualidade um número entre 0 e 1.

Os dados obtidos a partir do monitoramento são utilizados para o cálculo do IQA a partir de uma planilha no aplicativo Excel (Microsoft Office). As curvas de qualidade dos parâmetros da metodologia do NSF foram transformadas em equações. A classificação da qualidade da água segundo o IQA – NSF adaptado pela CETESB, é feita utilizando os critérios demonstrados nas Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação do IQA segundo CETESB

Classificação CETESB	Valor IQA	Cor de referência
Ótimo	80-100	Ciano
Bom	52-79	Verde
Aceitável	37-51	Amarelo
Ruim	20-36	Vermelho
Péssimo	0-19	Preto

4.0 ÁREA DE ESTUDO

A microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso encontra-se essencialmente em área rural, situada no 4º Distrito de Barra Alegre, pertencente ao Município de Bom Jardim, na região Serrana Fluminense (Figura 1). Este córrego é afluente indireto do rio Paraíba do Sul e esta microbacia possui aproximadamente 500 hectares, com altitudes variando de 650m a 1.700m, sendo o relevo bastante movimentado, do tipo montanhoso. O clima é do tipo Mesotérmico, com temperaturas bem distribuídas ao longo do ano. A precipitação média anual, segundo informações da estação meteorológica de Nova Friburgo, é de 1.400 mm, concentrados no período chuvoso. Os principais tipos de solos encontrados são: Cambissolos Háplicos, Argissolos Amarelos e Acinzentados e Latossolo Vermelho. Quanto à cobertura vegetal, trata-se de uma microbacia com presença de significativos fragmentos florestais em estágios sucessionais diversos (muitos remanescentes de Mata Atlântica) recobrando aproximadamente 60% da microbacia (Prado et al., 2009-no prelo). Os usos da terra predominantes, em ordem crescente de percentual de área, são: pastagem, culturas anuais (inhame, aipim, feijão, batata-doce e milho), cultura perene (café e banana). Nesta região, desde a sua colonização por suíços, um sistema de agricultura migratória vem sendo praticado, que consiste em dividir a terra em glebas com diferentes tipos de cultivo (perenes e anuais), alternando com parcelas em descanso onde a vegetação natural regenera. O sistema é praticado para que haja incorporação de matéria orgânica, voltando a parcela a ser utilizada novamente por cultivos, reduzindo também processos erosivos. Contudo, devido ao maior rigor da legislação ambiental nos

últimos anos, este sistema encontra-se em decadência. Apesar de não haver muitos processos erosivos, devido ao manejo adequado das terras, o uso de herbicidas é bastante constante, o que pode comprometer a qualidade da água dos córregos e mesmo a subterrânea.

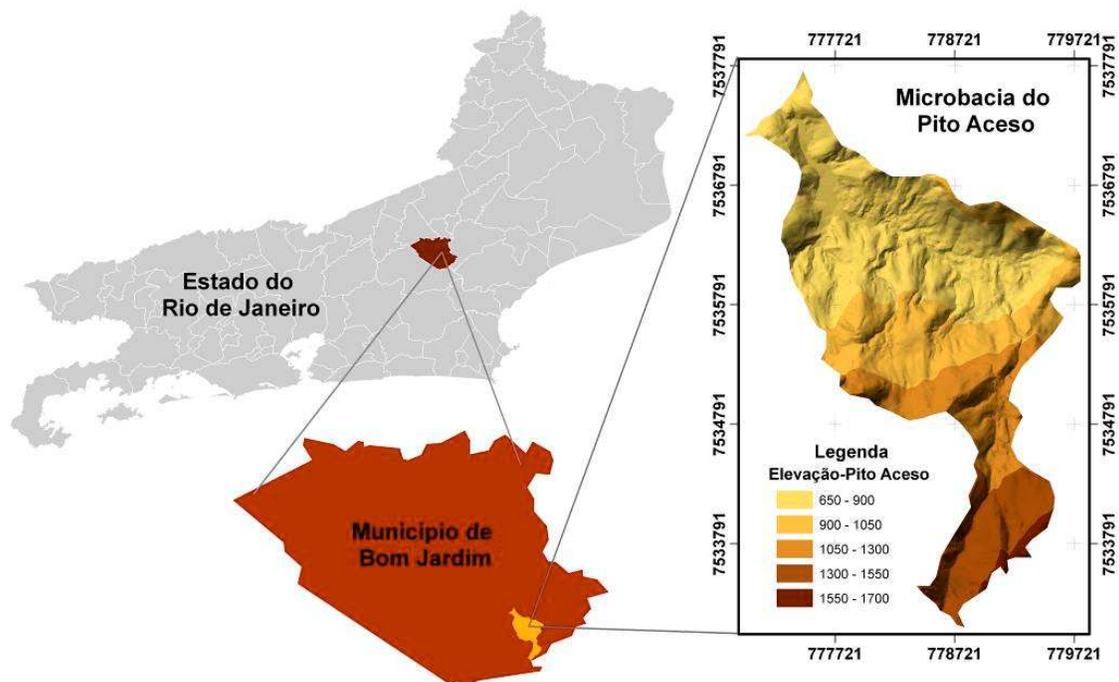


Figura 1 – Localização da área de estudo.

5.0 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Procedimentos que antecedem a Semana de Vivência em Campo

Inicialmente o professor na disciplina Química Analítica Ambiental, passa aos alunos a teoria referente aos parâmetros químicos, físicos e biológicos da água e os alunos fazem aulas experimentais no laboratório de química analítica da PUC-Rio, ao longo do ano. Na sequência, os alunos são divididos em grupos, sendo que cada grupo fica responsável por levantar informações, procedimentos e organizar o material a respeito de um conjunto de parâmetros de qualidade de água a ser analisado na Semana de Vivência em Campo. Desta forma, todos os equipamentos e materiais a serem levados para o campo são preparados e embalados para um transporte seguro. Simultaneamente, na Embrapa Solos, são preparados e plotados os mapas contendo a base cartográfica, uso da terra e pontos amostrais da bacia do córrego Pito Aceso, bem como os folderes com a programação, listas de presença e material sobre a área de estudo a serem distribuídos aos alunos na Semana de Vivência em Campo.

5.2 Montagem do laboratório em campo e análises laboratoriais

Na Pousada Morgenlicht, em Barra Alegre, onde alunos e professores ficam hospedados, próximo à microbacia do córrego Pito Aceso, é disponibilizado espaço para montagem, no primeiro

dia, de um laboratório com bancadas de madeira improvisado para análise de alcalinidade, condutividade, pH, cor, turbidez, sólidos totais suspensos (STS), oxigênio dissolvido (OD), coliformes totais e termotolerantes. Regras de segurança para os alunos, assim como para assegurar o bom resultado das análises são explicadas neste dia para todos. Este laboratório pode ser visualizado na Figura 2.

Para realização destas análises uma lista de material é providenciada e levada para o campo, sendo os principais: erlenmeyers de 250mL, bureta de 25 mL, suporte de bureta, pipetas de 100mL, becher de 50mL e 250mL, solução indicadora de fenolftaleína, solução indicadora de alaranjado de metila, ácido sulfúrico $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$, pHmetro, recipientes para coleta de amostras de água, seringas descartáveis, unidades filtrantes Glass Fiber 0, 45um, tubos Falcon de 50mL, ácido nítrico concentrado, sistema de filtração (copo, funil, garra e kitassato), cadinhos de porcelana, bomba a vácuo, proveta de 500mL e caixas térmicas. Para as análises de nitrogênio e fósforo totais foram adquiridos kits e um espectrofotômetro portátil (Nova 60) da Merck. Especificamente para análise dos coliformes utilizou-se tubos com TSB, placas com agar fluorocult (meio sólido), ponteiros de plástico, tubos coletores, banho-maria, estufa, vortex, bico de Bunsen, água destilada estéril, álcool e alças de vidro.

As metodologias utilizadas para análise dos parâmetros de qualidade da água seguem o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). São fixadas amostras de água para análise dos metais no ICP-MS, e congeladas amostras de água para análise dos ânions no cromatógrafo de íons, no laboratório de química analítica da PUC-Rio, pois não se têm condições de realizar estas análises no laboratório improvisado uma vez que requerem equipamentos mais sofisticados.



Figura 2 - Laboratório improvisado para análise de parâmetros de qualidade de água por alunos na Semana de Vivência de Campo, Bom Jardim, RJ.

5.3 Amostragem e análises *in situ*

As amostragens são realizadas ao longo do córrego Pito Aceso. O ponto 1 é o referencial em termos de qualidade boa da água, uma vez que acima deste não há uso da terra muito impactante, apenas mata secundária por tratar-se de região de relevo bastante acidentado. Os 9 pontos de amostragem e o mapa de uso e cobertura do solo da microbacia encontram-se na Figura 4.

Conforme se distancia do ponto 1 em direção ao exutório da microbacia, percebe-se que o uso agrícola das terras se intensifica o que exercerá influência nos resultados obtidos da análise da qualidade da água. As fontes de poluição são mostradas e discutidas com os alunos, dentre outras informações relevantes. Todos os pontos são georreferenciados por um GPS de navegação. Para alguns parâmetros é possível se realizar a análise *in situ* como é o caso do pH, temperatura da água e do ar, condutividade, turbidez e OD por meio de um analisador de qualidade da água portátil. Os próprios alunos, instruídos pelos professores, é que fazem a coleta da água nos diversos pontos e a análise *in situ* (Figura 3).



Figura 3 – Amostragem em campo pelos alunos.

Quando possível também se concilia a Semana de Vivência em Campo com a amostragem de solos realizada por pesquisadores da Embrapa Solos na mesma área. Os demais experimentos da Embrapa Solos realizados na área também são mostrados e explicados aos alunos, a fim de que os mesmos possam vivenciar outros tipos de amostragem e estudos ambientais.

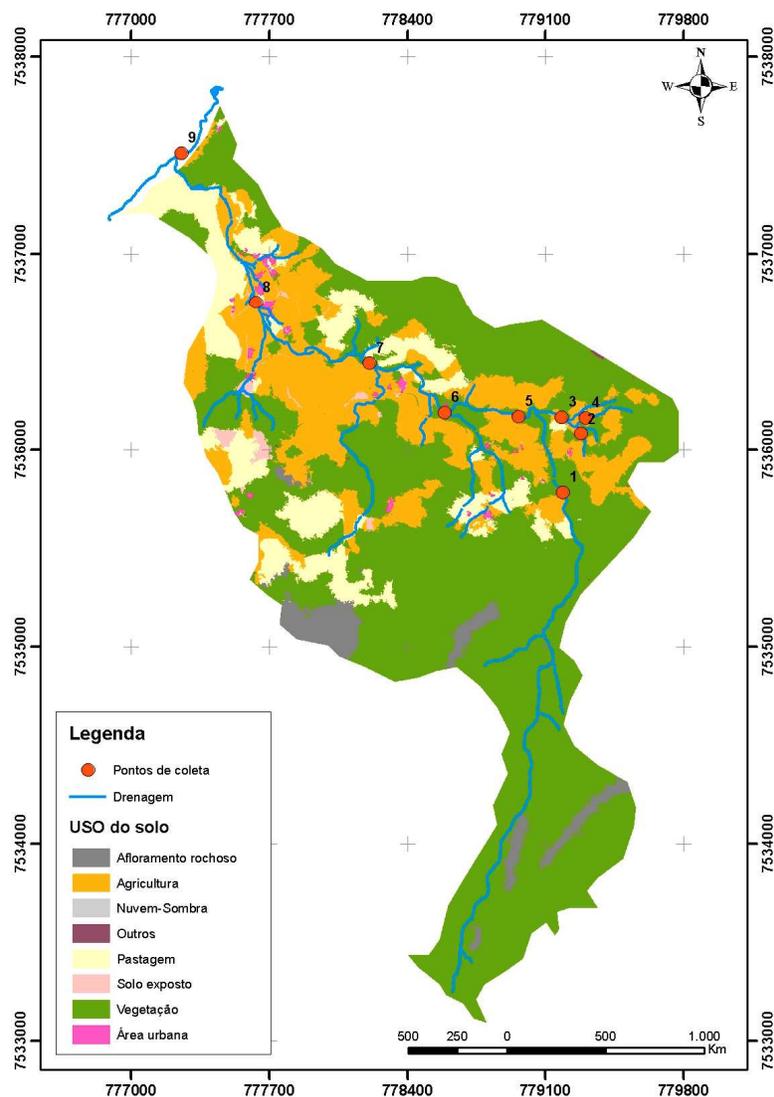


Figura 4 – Mapa de uso e cobertura do solo e pontos amostrais de água na microbacia do córrego Pito Aceso.

Fonte: Prado et al., 2009 (no prelo).

5.4 Análise dos resultados e aplicação do IQA

Os resultados são analisados e discutidos inicialmente na própria Semana de Vivência em Campo, em reuniões realizadas à noite com os alunos, orientados pelos professores e/ou instrutores, comparando-se ainda os resultados aos obtidos nos anos anteriores. Após obtenção dos demais resultados em laboratório no Rio, cada grupo de alunos organiza, discute e discorre sobre o seu conjunto de dados. Posteriormente, aplicam o IQA-CETESB e elaboram um único relatório da turma para aquele ano. Para o cálculo do IQA é obtido o percentual de saturação do oxigênio dissolvido considerando a altitude em cada ponto de coleta. Quando por algum motivo não se consegue obter resultado de algum parâmetro utilizado no IQA-CETESB, faz-se uma nova distribuição de pesos para os demais parâmetros que se tem.

6.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados e discutidos por grupos de parâmetros sendo eles físicos, químicos e microbiológicos. Finalmente, serão apresentados os resultados da aplicação do IQA para os 9 pontos monitorados (2005 a 2008), na microbacia do córrego Pito Aceso.

6.1 Parâmetros Físicos

Quanto aos parâmetros físicos os resultados de Turbidez (FAU) e Sólidos Totais Suspensos (mg/L) encontram-se respectivamente nas Figuras 5 e 6. Os resultados da análise da Cor têm mantido comportamento similar aos da turbidez, conforme Figura 7, indicando que no monitoramento desta microbacia não há necessidade de considerá-lo. Os STS também tendem a seguir o comportamento da turbidez, mas com exceções como foi o caso do ponto 1 em 2007 e do ponto 9 em 2008.

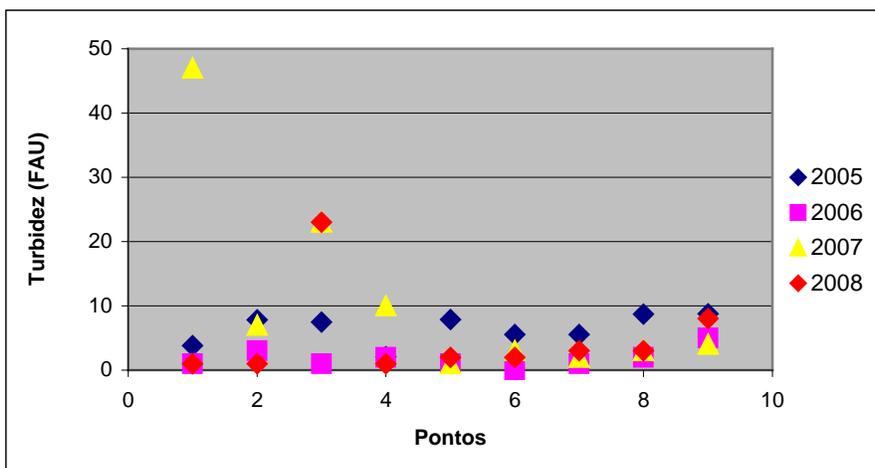


Figura 5 – Resultados da Turbidez nos pontos monitorados (2005-2008).

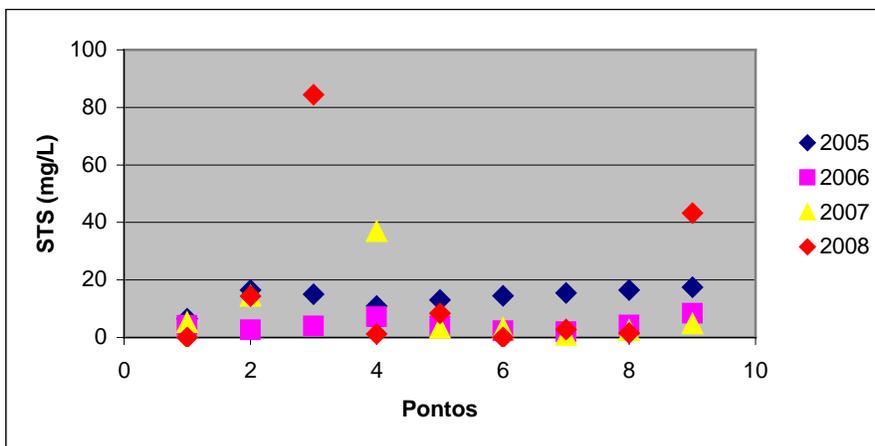


Figura 6 – Resultados de STS nos pontos monitorados (2005-2008).

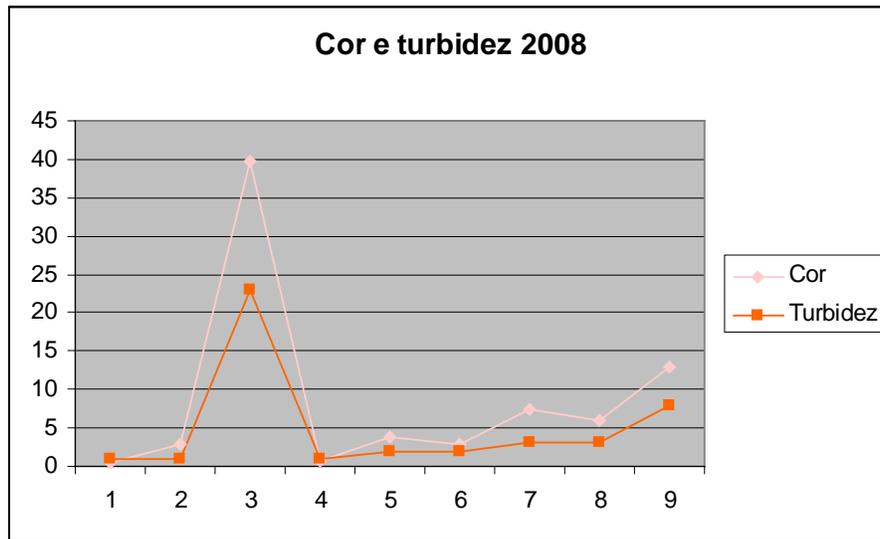


Figura 7 – Resultados de Cor (Hz) e Turbidez (FAU) nos pontos monitorados (2008).

Ao analisar as Figuras 5 e 6 observa-se que em 2005 os teores foram mais elevados em quase todos os pontos, talvez pelo fato da amostragem ter sido em setembro, início das chuvas, quando espera-se que a quantidade de sedimentos levados para os corpos d'água seja maior.

6.2 Parâmetros Químicos

Em relação aos parâmetros químicos obteve-se que o pH da microbacia oscilou pouco ao longo dos pontos e das diferentes coletas, apresentando-se como neutro, sendo o mínimo obtido de 6,40 e o máximo de 7,96. A temperatura em 2008 oscilou de 15,4°C para 24,7°C, mantendo uma média de 18,97°C na estação primavera quando a Semana de Vivência geralmente ocorre. Os teores de condutividade elétrica (μS) (Figura 8), obtidos por um medidor de qualidade da água *in situ* nos anos 2005, 2006, 2007 e 2008, têm aumentado ao longo do tempo e também do ponto 1 (nascente) para o ponto 9 (exutório da microbacia). Este fato mostra o aumento da entrada de nutrientes ao longo do córrego, seja pela maior intensificação de práticas agrícolas (fertilizantes e pesticidas) e/ou ocupação urbana (esgotos). Este parâmetro reflete o somatório de todos os cátions e ânions encontrados na água.

O balanço iônico observado variou entre 5 e 12% mostrando o bom desempenho analítico dos alunos. A Figura 9 mostra as fácies das amostras coletadas no último ano, que variaram entre bicarbonatada alcalina (60%) e alcalino-terrosa (40%). A relação entre o íon bicarbonato e os cátions principais pode também ser verificada nas Figuras 10a e 10b.

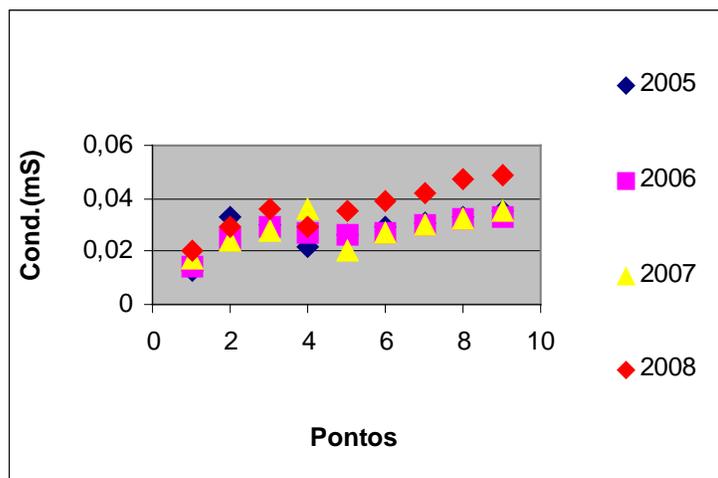


Figura 8 – Resultados da condutividade nos pontos monitorados (2005-2008).

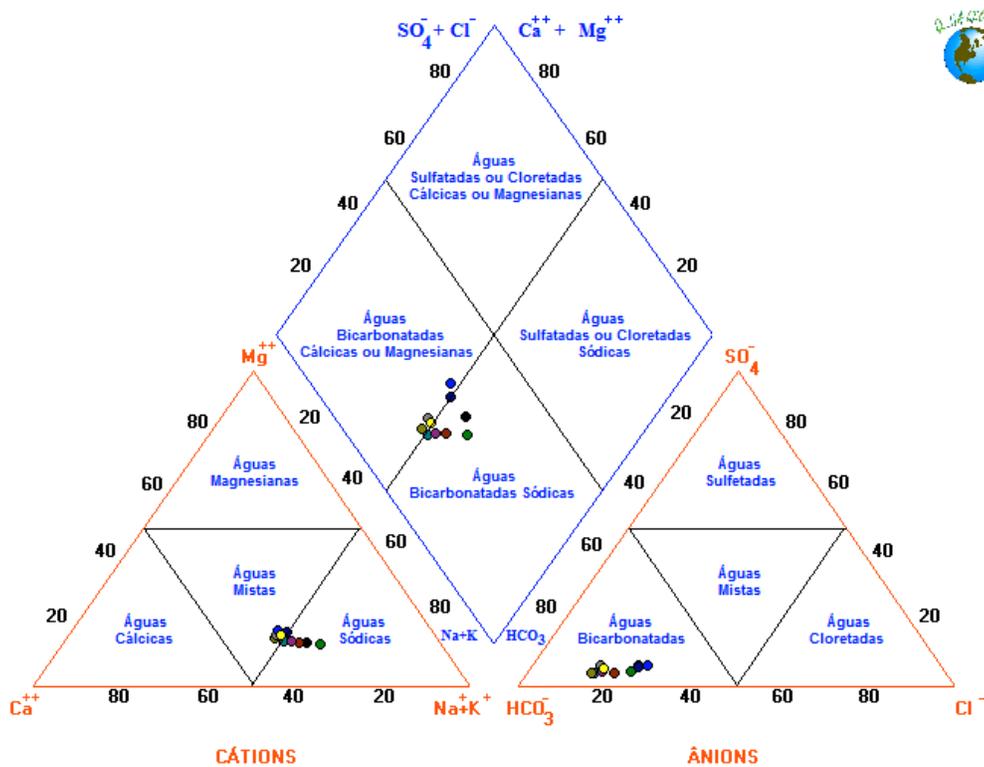


Figura 9 - Diagrama de Piper envolvendo as amostras coletadas no ano de 2008.

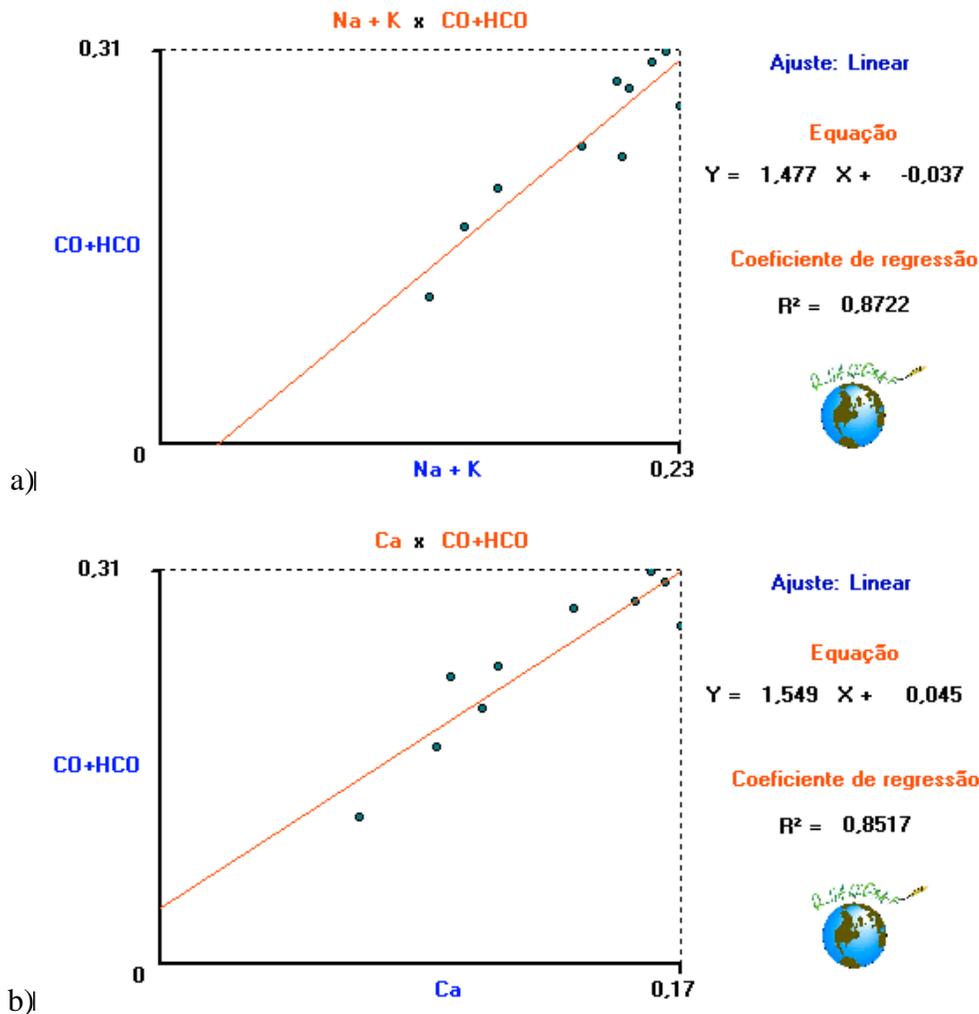


Figura 10 - Relação entre o íon bicarbonato e os cátions majoritários (a) Na+K e (b) Ca.

Quanto aos parâmetros químicos que se relacionam ao processo de eutrofização de corpos hídricos, a Figura 11 apresenta os resultados do nitrato, monitorado nos anos 2005 a 2008, pois a avaliação do N total e P total somente se iniciou em 2007. Observa-se que os teores de nitrato tendem a aumentar conforme se distancia do ponto 1 (nascente do Pito Aceso), devido ao lançamento de esgoto *in natura* doméstico e resíduos da criação de suínos (em pequena escala) nas partes mais baixas da microbacia. O nitrato também se origina da aplicação de fertilizantes nas culturas, que na região são predominantemente olerícolas, e estas se concentram também nas várzeas, próximas aos corpos hídricos, podendo ser fonte de contaminação e corroborar para os resultados de nitrato obtidos. O ponto 2 que apresentou elevados teores, principalmente em 2005 e 2006, pode exemplificar esta influência, por estar abaixo de área bastante cultivada, apesar de encontrar-se próximo ao ponto 1.

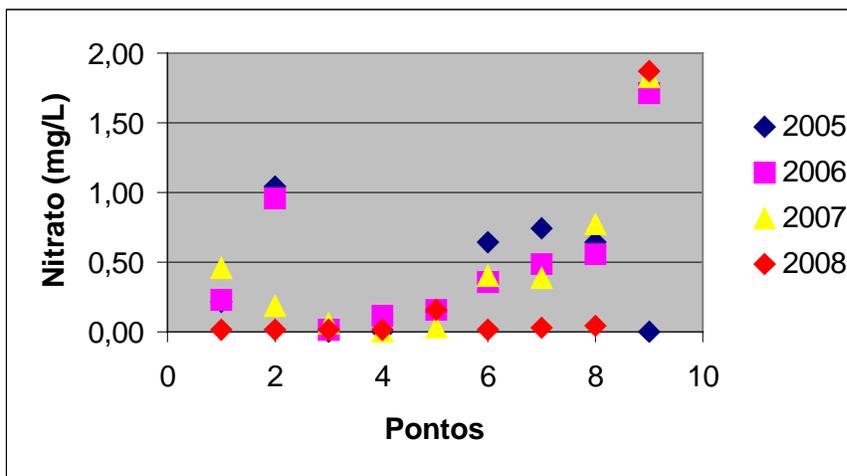


Figura 11 – Resultados do nitrato nos pontos monitorados (2005-2008).

6.3 Parâmetros Microbiológicos

Quanto ao oxigênio foi calculado o percentual de saturação para a utilização no IQA e os resultados encontram-se na Figura 12, a seguir. Observa-se que os valores não oscilam muito de um ano para o outro, mas o ponto 3 apresenta valores reduzidos, o que se comprova ano a ano. Este fato pode ser explicado por estar o ponto 3 localizado abaixo de área plana, onde a drenagem não é bem definida, havendo escoamento subsuperficial, o que reduz a velocidade da água causando a redução dos teores de OD. Por outro lado, nos pontos mais a jusante, a velocidade da água no córrego Pito Aceso aumenta por este receber contribuição dos seus afluentes tornando-se mais encaixoeirado, o que reflete na tendência dos valores de OD se manterem quase que constantes.

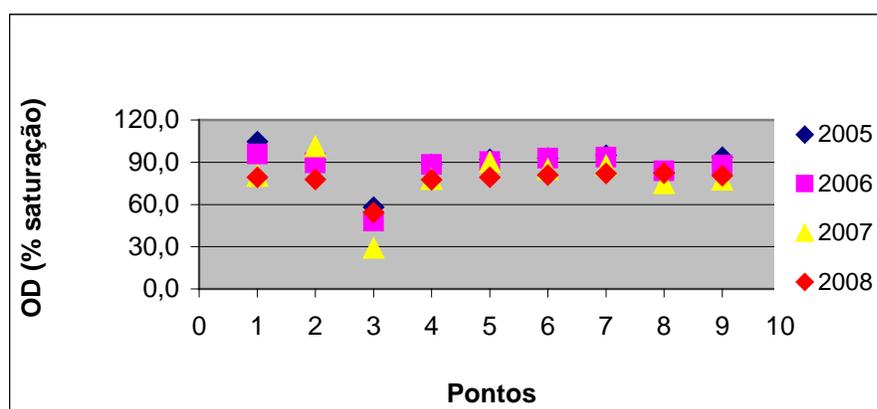


Figura 12 – Resultados do percentual de saturação de OD nos pontos monitorados (2005-2008).

Os resultados das análises de coliformes totais e fecais nos pontos de amostragem, para 2005, 2006 e 2007 encontram-se respectivamente nas Figuras 13 e 14. Para 2008 não foi possível analisar os coliformes na Semana de Vivência em Campo e em 2007 os pontos 5, 6, 7, 8 e 9 apresentaram problemas nos resultados. Mesmo assim, ambas as figuras mostram que os teores tendem a aumentar ao longo do córrego Pito Aceso e que o número de coliformes totais está bastante correlacionado ao de coliformes fecais nesta microbacia. Outro fato relevante é que, supondo uma classificação deste corpo d'água como classe 2, os pontos 6 e 9 apresentaram valores acima do limite estabelecido pelo CONAMA 357/2005, classe 2 (1000NMP/100mL) para os coliformes termotolerantes, o que pode vir a comprometer a saúde humana, caso esta água seja utilizada para abastecimento doméstico, sem tratamento prévio.

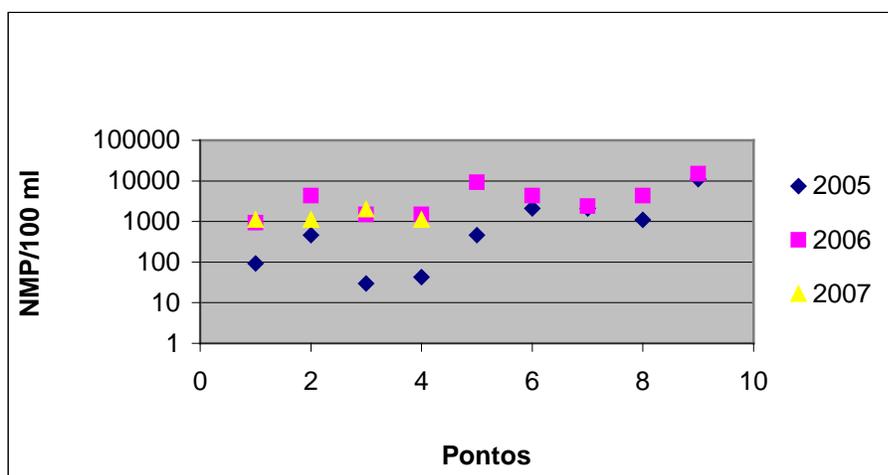


Figura 13 – Resultados dos coliformes totais nos pontos monitorados (2005-2007).

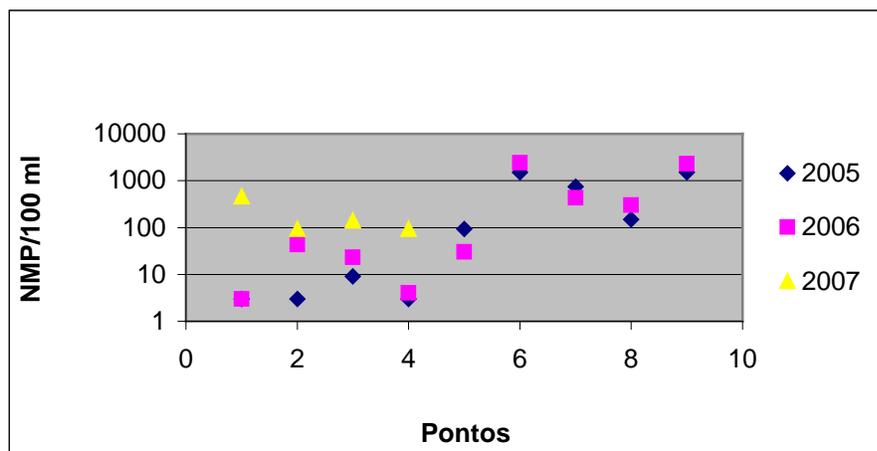


Figura 14 – Resultados dos coliformes fecais nos pontos monitorados (2005-2007).

6.4 Índice de Qualidade de Água (IQA)

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos com a aplicação do IQA CETESB para os 4 anos monitorados, lembrando que alguns parâmetros não foram analisados em alguns anos devido a problemas de logística, sendo os pesos redistribuídos para os parâmetros para os quais se tinha informação.

Tabela 1 – Resultados da aplicação do IQA segundo CETESB.

Ponto	IQA	Classificação CETESB	
2005			
1	86,00	Ótima	
2	84,00	Ótima	
3	73,70	Boa	
4	85,00	Ótima	
5	69,60	Boa	
6	57,90	Boa	
7	61,80	Boa	
8	65,70	Boa	
9	57,70	Boa	
2006			
1	92,02	Ótima	
2	81,66	Ótima	
3	69,53	Boa	
4	90,74	Ótima	
5	84,17	Ótima	
6	67,17	Boa	
7	74,48	Boa	
8	74,50	Boa	
9	65,82	Boa	
2007			
1	86,00	Ótima	
2	84,00	Ótima	
3	73,70	Boa	
4	85,00	Ótima	
5	69,60	Boa	
6	57,90	Boa	
7	61,80	Boa	
8	65,70	Boa	
9	57,70	Boa	
2008			
1	86,60	Ótima	
2	86,20	Ótima	
3	70,10	Boa	
4	86,40	Ótima	
5	86,50	Ótima	
6	80,50	Ótima	
7	87,90	Ótima	
8	87,30	Ótima	
9	84,40	Ótima	

Observa-se que os pontos apresentaram qualidade ótima ou boa, havendo uma tendência de redução da qualidade conforme se afasta do ponto 1, que é o ponto de referência por estar mais próximo às nascentes. Não foi possível verificar uma alteração na qualidade ao longo dos anos em relação ao IQA aplicado, devido ao fato dele não ter sido aplicado considerando-se todos os parâmetros preconizados.

7.0 CONCLUSÕES

A experiência em propiciar aos alunos de Engenharia Ambiental da PUC uma vivência experimental em campo, no âmbito da disciplina Química Analítica Ambiental, tem sido muito interessante uma vez que permite com que os alunos conheçam os problemas ambientais no meio rural, principalmente os relacionados à qualidade da água, aprendem os procedimentos de coleta, acondicionamento e armazenamento das amostras assim como os cuidados necessários para as análises assegurando a acurácia dos resultados.

Por outro lado, este tipo de iniciativa pode vir a subsidiar o planejamento e manejo de microbacias hidrográficas, a partir do fornecimento dos resultados sem custos, obtidos do monitoramento da qualidade da água, ao poder público e atores locais. Neste sentido o IQA se mostra uma ferramenta adequada pois traduz à população, de forma qualitativa e simplificada, a situação de degradação dos corpos d'água, podendo a apresentação dos resultados ser feita inclusive em cores, facilitando o entendimento por analfabetos e crianças.

Os resultados do monitoramento da qualidade da água ao longo do córrego Pito Aceso, nos anos de 2005 a 2008, mostraram que esta microbacia ainda apresenta uma situação razoável em relação à qualidade da água. Porém, como núcleos urbanos estão presentes e esta água é utilizada sem tratamento prévio para usos domésticos, a presença de coliformes fecais acima dos limites estabelecidos pela legislação alerta para possíveis problemas de saúde, necessitando esta água ser ao menos fervida antes do uso. Outra categoria de poluentes, que não foi analisada neste estudo, também merece ser avaliada nesta microbacia. Trata-se dos pesticidas, uma vez que sabe-se que são bastante utilizados nos cultivos da região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Martina, ao Carlos Cesar Galliez e a todos os seus funcionários da Pousada Morgenlicht, em Barra Alegre, pela infra-estrutura disponibilizada para montagem do laboratório para armazenamento de amostras, bem como análises de alguns parâmetros de qualidade de água. E ao Sr. Antônio Izaltino Tardin Sandre e família por nos receberem tão bem em sua

propriedade localizada na cabeceira do córrego Pito Aceso, durante a semana de Vivência no Campo, anualmente.

BIBLIOGRAFIA

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th. ed. Washington: APHA, 1.134p.

DERÍSIO, J.C. (1992). *Introdução ao controle da poluição ambiental*. São Paulo: CETESB, 210p.

DEUS, A.B.S.; RIBEIRO, M.L.; LUCA, S.J. (1999). *Bacia Hidrográfica do Rio Cai/ RS: Índices Podem Mascarar Avaliação da Qualidade da Água* in Anais Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro: ABES, v. 20, pp. 2373 – 2379.

FERREIRA, L.M; IDE, C.N. (2001). *Avaliação comparativa da sensibilidade do IQA-NSF, IQA-Smith e IQA-Horton, aplicados ao Rio Miranda, MS* in Anais Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa: ABES, v. 21, pp. 1-16.

GASTALDINI, M.C.C.; SOUZA, M.D.S. (1994). *Diagnóstico do Reservatório do Vacacaí-Mirim, Santa Maria - RS, Através de Índices de Qualidade de Água* in Anais Seminário sobre Qualidade de Águas Continentais no Mercosul, Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v. 1, pp. 279-294.

LEITE, F.P.N.; FONSECA, O.J.M. (1993). *Aplicação de Índices de Qualidade das Águas na Lagoa Caconde, Osório, RS* in Anais Seminário de Qualidade das Águas Continentais no Mercosul, Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v.1, pp. 249-260.

PRADO, R. B.; BARCELLOS, T. B. C.; REGO, L. F. G.; TURETTA, A. P. D.; DONAGEMMA, G. K. (2009). *Utilização de imagens de alta resolução para o mapeamento do uso e cobertura do solo na microbacia do córrego Pito Aceso - Região de Mata Atlântica – RJ* in Anais Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, (no prelo).