

**COMPILADO DOS TRABALHOS APRESENTADOS NO VII
ENCONTRO ESTADUAL DE COMITÊ DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS DO RIO DE JANEIRO, OCORRIDO
ENTRE OS DIAS 10 E 12 DE JUNHO, NA CIDADE DE
TERESÓPOLIS, RIO DE JANEIRO.**

Sumário

Proposta Tratamento de Esgoto para a Comunidade Localizada no Trecho Médio da Microbacia do Rio Quebra-Frascos, Teresópolis, RJ. Cristiane Tiemi B. Yoshikawa e José Rodolpho Walter Waitz Júnior.....	2
Proteção, Recuperação e Restauração Florestal das Nascentes na Promoção de Serviços Ambientais. Fabiano Barbosa Alecrim, André Loureiro Paiva, Kayo Vinícius Romay e Bruno César Oliveira.....	9
Uma Proposta Teórica-Prática-Analítica para um Sistema de Gestão e Governança das Águas para Microbacias Hidrográficas Localizadas em Ecossistemas da Montanha Tropical. Maria Isabel Lopes da Costa	18
Gerenciamento de Bacias Hidrográficas – Estudos de Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu no Município de Nova Iguaçu. Alexandre Silva de Miranda	24
O Museu e Laboratório da Vida Aquática – Era Uma Vez um Museu na Baixada. Rominda Maria Alves de Lemos.....	37

PROPOSTA TRATAMENTO DE ESGOTO PARA A COMUNIDADE LOCALIZADA NO TRECHO MÉDIO DA MICROBACIA DO RIO QUEBRA-FRASCOS, TERESÓPOLIS, RJ

Cristiane Tiemi B. Yoshikawa ^{1*}
José Rodolpho Walter Waitz Júnior ²

1 Engenheira Sanitarista e Ambiental representante da Associação de Moradores e Amigos do Quebra-Frascos

2 Chefe do Serviço de Projetos Especiais da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social

* tiyoshikawa@gmail.com

RESUMO: A falta de tratamento de esgoto nas comunidades coloca em riscos a saúde e a qualidade da água. O objetivo principal da proposta é prevenir e eliminar a contaminação da água através da sensibilização e implantação de sistemas de tratamento de esgoto. A metodologia utilizada foi o levantamento de dados, visitas a campo e diálogos com parceiros e comunidade. A partir da caracterização do esgotamento sanitário da microbacia do Quebra-Frascos foi possível escolher a área de intervenção e listar os estudos e projetos básicos e executivos, permitindo apresentar aos apoiadores e parceiros os passos necessários para o desenvolvimento da proposta. Considera-se que a mobilização e divulgação da proposta é fundamental para a costura de apoiadores e a efetividade da proposta.

1 INTRODUÇÃO

A ausência de saneamento ambiental em áreas de vulnerabilidade social situadas em ecossistema de montanha da região sudeste do Brasil, influencia a qualidade da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Nos municípios da região serrana do Estado do Rio de Janeiro há a carência de esgotamento sanitário integrado a disposição inadequada de resíduos sólidos compromete o potencial hidrológico em áreas de preservação permanente.

As ocupações irregulares no município de Teresópolis estão localizadas em encostas. Sem o tratamento adequado o esgoto é lançado *in natura* nos rios ou através das drenagens de águas pluviais. Provocando a contaminação do solo, dos cursos de água e das nascentes, colocando em risco o abastecimento de água e a saúde das comunidades.

No ano de 2006, movimentos sociais teresopolitanos preocupados com a carência de saneamento básico nas comunidades relatam os problemas socioambientais na reativação do Conselho Consultivo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos (CONPARNASO) e na criação da Câmara Técnica de Controle e Recuperação Florestal (CTCRF). Após alguns encontros e estudos realizados assinalaram como solução a implantação de pequenas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE).

Neste ano, acontecia também a elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Teresópolis, essas discussões evoluíram e tomaram corpo com a divulgação do Diagnóstico Preliminar do Cenário do Município, produzido pela Fundação Getúlio Vargas. O documento apontou que as nascentes, encontravam-se ameaçadas pelo crescimento desordenado e pela falta de coleta e tratamento do esgoto produzido pelas comunidades.

Conjuntamente, um Inquérito Civil 193/2006-T-MA, foi instaurado pelo Ministério Público Estadual (MPE), que apurava as ocupações desordenadas no bairro, expostas pela Associação de Moradores e Amigos do Quebra-Frascos (AMAQF), no qual se delega ao Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) a realização de ações voltadas à Educação Ambiental.

Em atendimento ao inquérito, no ano de 2015, surgiu o Projeto Pesquisa-Ação (PPA), desenvolvido pelo PARNASO, em parceria com o Centro Universitário da Serra dos Órgãos (UNIFESO). Inspirados na proposta metodológica da pesquisa-ação (Thiollent, 2002), o projeto foi denominado “Pesquisa-Ação com as comunidades do Jardim Serrano e Quebra-Frascos: Educação Ambiental e Participação Sociopolítica na Gestão Ambiental Pública” (Gomes, et. al., 2015).

Neste projeto de pesquisa foram realizados questionários, mapeamento social e oficinas participativas que proporcionaram a elaboração de um Diagnóstico Socioambiental Participativo, entre outros estudos que são utilizados com base para a melhor compreensão do território. Nas oficinas participativas foram elaborados dois planos de ação comunitários, estes indicaram como uma das metas prioritárias eliminar e prevenir a contaminação dos corpos hídricos.

Com base nestes estudos e nos planos de ações comunitários vem sendo desenvolvido ações de ensino e aprendizagem para promover a interação com os demais agentes que atuam e prestam serviços na localidade. Com vistas à mobilização social via intervenção qualificada na gestão do território e na conservação da biodiversidade.

2 OBJETIVO GERAL

Em atendimento às reivindicações expostas nos planos de ações comunitários esta proposta tem o intuito de prevenir e eliminar a contaminação de corpos hídricos a partir da sensibilização e implantação de sistemas alternativos de coleta e tratamento do esgoto na microbacia hidrográfica do rio Quebra-Frascos. Visando garantir a melhoria da saúde e das condições de vida, assim como, contribuir para redução de cargas poluidoras e melhoria quali quantitativa do Rio Paquequer.

Para desenvolvimento das ações iniciais foram estipulados os seguintes objetivos específicos:

1. Caracterizar o esgotamento sanitário da microbacia;
2. Selecionar área da proposta de tratamento;
3. Mobilizar apoio e parcerias;
4. Promover atividades sensibilizadoras;

3 METODOLOGIA

As perspectivas metodológicas foram inspiradas na pesquisa-ação segundo Thiollent (2002), considerando cada situação, num vaivém dinâmico, entre as preocupações e organização que se redefine e/ou adapta em função das circunstâncias. Fundadas no diálogo onde os participantes são considerados como fonte de informação e decisão para analisar os problemas e contribuir para soluções (GEILFUS, 2002).

A caracterização do esgotamento sanitário está fundamentada no diagnóstico socioambiental participativo (Yoshikawa, 2016), e nos dados levantados na primeira fase do Projeto Pesquisa-Ação (Gomes, et al, 2015). Também foram realizadas duas visitas a campo, a primeira em dezembro de 2017 solicitada por Sr. Vivaldi, responsável pela manutenção da mina e abastecimento de sítios no microbacia hidrográfica do Quebra-Frascos. Estiveram presentes nesta visita o Sr. Vivaldi, a prof. Maria Helena Carvalho da Silva e a redatora deste estudo. Na segunda visita realizada em março de 2018, foram realizados registros fotográficos com *Drone Dji Phantom 3 Standard* para auxiliar o levantamento de dados e a análise do terreno.

Para a proposta inicial de tratamento de esgoto foi elaborado uma estrutura básica de projetos necessários para a implementação de Biosistema integrado, com auxílio da empresa SANEECO e representantes do Comitê Piabanha. A partir da caracterização e estrutura básica foram realizados encontros com a comunidade e possíveis parceiros e apoiadores do projeto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA MICROBACIA

A microbacia hidrográfica do Rio Quebra-Frascos, Figura 1, é um afluente da margem esquerda da sub-bacia do Rio Paquequer, constituída pelos Rios Quebra-Frascos e Ferroso com área de drenagem de 10,8 km², canal de quarta ordem (Yoshikawa, 2018). A nascente principal da microbacia esta protegida pela área do Parque

Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), e toda área restante inserida na proposta de Zona de Amortecimento da unidade, cujo exutório desemboca na microbacia do Rio Imbuí. A área microbacia compõe a formação de um corredor ecológico que interliga o PARNASO e o Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis (PNMMT) (Figura 1).

Figura 1. Mapeamento da localização geográfica da microbacia do Quebra-Frascos.



O microbacia do Quebra-Frascos apresenta uma população total de 1051 habitantes. O bairro é composto por sítios e residências, algumas de veraneio, habitadas por alguns proprietários e em sua maioria por caseiros. Nas encostas localiza-se também a comunidade do Jardim Serrano com uma população de cerca de 200 residências com baixo poder aquisitivo e carências de serviços do poder público conforme o Instituto Chico Mende de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2008).

A comunidade inserida no trecho médio da microbacia do Rio Quebra-Frascos (área 1) delimitada entre a Rua Francisca Ambrosina da Silva e Rua Jorge Kutova. De acordo com o diagnóstico realizado pela Câmara Técnica de Controle e Recuperação Ambiental do Conselho Consultivo do PARNASO (CTCRA do CONPARNASO, 2007), existiam 36 residências, com total de 35 famílias. Indicações recentes de um morador local estimam que nesta área existam 41 residências, com total de 140 moradores (Figura 2a).

Figura 2. Comunidade do Jardim Serrano localizada na microbacia do Rio Quebra-Frascos.



A comunidade do Jardim Serrano, área 2, com maior extensão territorial, inserida na microbacia do Córrego do Serrano, foi caracterizada como área de risco segundo a Secretaria Municipal de Defesa Civil (SMDC, 2007). Encontra-se delimitada pela Estrada Ministro Gama Filho, em 2007 suas ocupações desordenadas do solo compreendiam 90 residências, com total de 80 famílias. (CTCRA do CONPARNASO, 2007), Figura 2b. Existiam também dois núcleos com potencial de expansão, um localizado próximo ao campo de futebol com 10 residências, e o outro no ponto final do ônibus com 24 famílias.

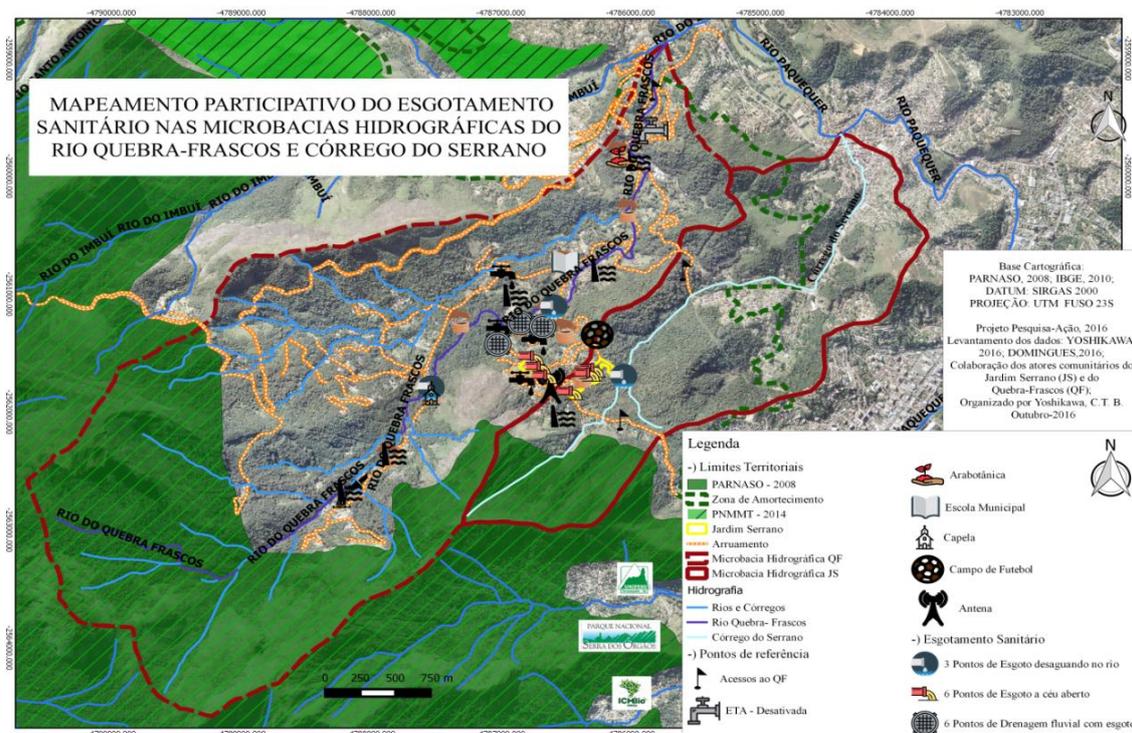
A partir do levantamento das fontes de abastecimento de água na Microbacia Hidrográfica do Rio Quebra-Frascos evidenciam-se que das 169 famílias abastecidas pela hidrologia local, 127 famílias pertencem à comunidade do Jardim Serrano, e 42 famílias no Quebra-Frascos (Yoshikawa, 2016). Mesmo com o divisor de água entre essas áreas, considera-se toda a comunidade pertencente à microbacia do Quebra-Frascos, devido ao uso do recurso hídrico como fonte de abastecimento.

3.2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO RIO QUEBRA-FRASCOS.

Extraídos dos questionários aplicados com as comunidades locais, estes dados são indicativos das interações dos moradores com o ambiente. Distribuídos em ambientes individuais, coletivos e difusos relativos ao meio ambiente. A maior frequência do destino do esgoto das moradias dos entrevistados foi a fossa (50% no Jardim Serrano e 39% no Quebra Frascos). No JS há uma igualdade de 13% entre os que não sabem e outros. Um grande percentual dos moradores do Jardim Serrano e Quebra Frascos afirmaram que o esgoto pode ser observado esgoto a céu aberto, com percentuais de 75% e 77,3%, respectivamente. Sequencialmente, o esgoto desaguando no rio, foi indicado com 20% no JS e 18,2% no QF (Yoshikawa, 2017).

O sistema de esgotamento sanitário da Microbacia foi caracterizado com 6 pontos de esgoto a céu aberto, 3 pontos de esgoto desaguando no rio e 3 pontos de drenagem fluvial com esgoto. Constatou-se que a área com maior ausência de esgotamento sanitário situava-se no Jardim Serrano, comprometendo o abastecimento de água do Quebra-Frascos (Figura 3).

Figura 3. Caracterização do sistema de esgotamento sanitário da microbacia.



A comunidade do Jardim Serrano, área 1, uma manilha recolhe o esgoto das casas da Rua Francisca Ambrosina da Silva e servidão abaixo, desembocando na Estrada Jorge Kutova, onde o esgoto pode ser visto escoando a céu aberto na via não pavimentada em três pontos. Na figura 4a, o esgoto escoo para a área de drenagem onde existem duas nascentes, por meio de uma vala. Nas figuras 4b e c, o esgoto escoo rua abaixo por uma vala aberta pelos moradores.

Figura 4. Esgoto a céu aberto na Est. Jorge Kutova.



Na área a baixo deste escoamento de esgoto existe uma residência e duas nascentes, uma abastece o Sítio Manangape e a outra abastece 18 sítios, de acordo com presidente da associação quando chegou no Quebra-Frascos em janeiro de 1989 já existia essa distribuição de água para os 18 sítios (Figura 5). Nesta área de drenagem existem algumas espécies arbóreas, bananeiras e bambus.

Segundo análises laboratoriais coletadas na nascente (mina), figura 5, realizadas pela Associação de moradores, no dia 1 de agosto de 2017, a amostra estava em desacordo com os padrões legais vigentes do Ministério da Saúde devido ao pH baixo e a presença de coliformes totais e coliformes fecais.

Figura 5. Mina de água que abastece sítios do trecho baixo da microbacia hidrográfica Quebra-Frascos.



Na comunidade do Jardim Serrano, área 2, uma manilha instalada pelos moradores, desemboca o esgoto no córrego do Córrego do Serrano, este córrego delimita bairro Jardim pimenteiras, segundo eles antigamente era possível tomar banho na “laginha”, e hoje por conta do esgoto do Jardim serrano e do lixo não se usa como lazer esta área.

3.3 PROPOSTA DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Neste escopo, no ano de 2018, nasce o Projeto Piloto “Proteção às Nascentes e Comunidades Produtoras de Água”, com intuito de instalar um biossistema integrado de tratamento de esgoto, composto por uma Estação de Tratamento de Esgoto, reator e filtro, zona de raízes e rede coletora a ser localizado no trecho médio da Microbacia do rio Quebra-Frascos, a fim de proteger duas nascentes situadas abaixo da comunidade do Jardim Serrano.

Sem recursos financeiros para elaboração dos projetos e a implementação da Obra/Operação e Manutenção da ETE, os diálogos costuram o apoio e parcerias de empresas privadas e órgãos públicos: Prefeitura Municipal de Teresópolis por meio da Secretaria de Desenvolvimento Social; Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO); Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (MPE); SANEECO Equipamento e Saneamento; OKR – Arquitetura e Urbanismo; Serviço Social do Comércio (SESC); e a Rede Brasilidade Solidária.

A proposta está estruturada da seguinte forma:

1. Estudo de concepção;
2. Projeto Básico;
3. Projeto Executivo da Rede Coletora;
4. Projeto Executivo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE);
5. Projeto de Educação Ambiental;
6. Implementação da Obra/Operação e Manutenção.

O MPE instaurou um Inquérito Civil Público IC 2182/2018-T-MA, para apurar a disposição e proposta de tratamento do esgoto, e a utilização da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) obtida com a TAC do IPC 588/2006 (ETE destinada à comunidade do Buraco da Gata, devido a não utilização, encontra-se desativada no lixão de Teresópolis). Para apuração, dois relatórios técnicos foram elaborados para subsidiar o Estudo de Concepção preliminar, permitindo o desenvolvimento e planejamento do projeto básico.

A empresa SANEECO se responsabilizou em elaborar o projeto executivo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) que será entregue no final do mês de Abril de 2019. E reformar a ETE (TAC do IPC 588/2006). Tanto o projeto executivo quanto a reforma da ETE serão elaborados sem custo ao projeto.

Sem rede coletora de esgoto municipal, a empresa OKR, com base no relatório técnico “cadastramento socioambiental e econômico”, elaborou sem custo, o projeto executivo da rede coletora. A entrega oficial foi realizada no dia 28 de março de 2019, na reunião ordinária do Conselho Municipal da Cidade de Teresópolis, onde tivemos a oportunidade de apresentar o projeto e requisitar a participação do município no Chamamento Público Nº 001/2019 da AGEVAP.

A Secretaria Municipal de Desenvolvimento junto ao setor de Meio ambiente do SESC Teresópolis, apoiam o Projeto de Educação Ambiental, e juntos se responsabilizaram pela primeira ação socioambiental na comunidade do Jardim Serrano, realizada no dia 14 de Abril de 2019.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as metas prioritárias estabelecidas nos planos de ações comunitários, enfatizamos a opção a ser trabalhada. Fato que considera o contexto da realidade local, com destaque para a vulnerabilidade social exposta na insuficiência do saneamento básico, no difícil acesso à educação e à saúde pública. Além das ocupações em áreas de risco. Em toda a região enfatizamos o potencial elevado de movimentos de massa, como já observado no desastre ocorrido em 2011 no município de Teresópolis.

Necessitamos fortalecer todos os esforços para a implantação do saneamento básico em Teresópolis e este piloto torna-se de extrema relevância. Envolve setores de pesquisa, educação e empresas e reconhece as ações iniciadas na comunidade a ser beneficiada.

AGRADECIMENTO

Agradecemos a Associação de moradores e amigos do Quebra-Frascos, o secretário de desenvolvimento social Marcos Jaron, a analista ambiental do SESC Helena Oliveira Silva, o Afonso Batista da empresa SANEECO, a empresa OKR, e ao Conselho Municipal da Cidade de Teresópolis pela união de esforços em prol dos direitos e necessidades da população teresopolitana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GEILFUS, F. *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. San José, C.R.: IICA, 2002. 217 p.

Gomes, M.M., Silva, M. H. C., Yoshikawa, C. T. B., Domingues, T.A. S., Ribeiro, P. Pesquisa-ação com as comunidades do Jardim Serrano e Quebra-Frascos: Educação ambiental e participação sociopolítica na gestão ambiental pública. In: Cronemberger, C., & Pereira, F. de A. (orgs.). *Anais do XIII Encontro de Pesquisadores e VII Encontro de Educação Ambiental da Serra dos Órgãos*, (pp.127 – 128) Teresópolis: Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos*. Brasília: ICMBIO.

Instituto Estadual do Ambiente. *Plano Regional de Saneamento com Base Municipalizada nas Modalidades Água, Esgoto e Drenagem Urbana dos Municípios de: Areal, Carmo, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro e Teresópolis*. Rio de Janeiro: INEA.

Secretaria Municipal de Defesa Civil. *Consolidação do Plano Municipal de Redução de Risco*. Rio de Janeiro 2007.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 11ed. São Paulo: Cortez, 2002. 107 p.

Yoshikawa, C. T. B. *Pré-Diagnóstico Participativo da Microbacia Hidrográfica do Rio Quebra-Frascos, com base no levantamento qualiquantitativo da Pesquisa-Ação, Teresópolis/RJ*. (Monografia de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.). Centro Universitário Serra dos Órgãos, Centro de Ciência e Tecnologia, Teresópolis.

Yoshikawa, C. T. B., Silva, M. H. C., & Gomes, M. M. *Diagnóstico socioambiental participativo da microbacia hidrográfica do Rio Quebra-Frascos, Teresópolis, região serrana do Rio de Janeiro, Brasil*. In: Action Research Network of the Americas (ARNA), Conference Proceedings | Cartagena, Colombia. 2017.

PROTEÇÃO, RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE NASCENTES NA PROMOÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS

Fabiano Barbosa Alecrim ^{1*}

André Loureiro Paiva ²

Kayo Vinícius Romay ³

Bruno César Oliveira ⁴

1 MSc. Engenharia de Biosistemas, Engenheiro Agrícola e Ambiental, UFF.

2 MSc. Engenharia de Biosistemas, Engenheiro Agrícola e Ambiental, UFF.

3 Analista Ambiental, INEA.

4 MSc. Engenharia de Biosistemas, Engenheiro Agrícola e Ambiental, UFF

* alecrim_fabiano@hotmail.com

RESUMO

Diante da preocupação em relação à disponibilidade hídrica e em decorrência de desastres ambientais causados por enxurradas é importante preservar e gerenciar os recursos hídricos com sabedoria. Este presente trabalho, executado em uma propriedade no interior do estado RJ, objetiva-se em colaborar efetivamente com essa gestão. Efetuou-se em uma nascente degradada o isolamento e proteção, restauração florestal e limpeza, desobstrução e proteção do olho d'água com pedras rachão. Buscou-se também pesquisar políticas para a preservação e conservação dos recursos hídricos abordando principalmente o Código Florestal, Pagamento por Serviços Ambientais e a Política Nacional de Recursos Hídricos. No que tange ao isolamento da área e proteção do olho d'água a metodologia adotada mostrou-se satisfatório com as cercas em perfeito estado após 55 meses. As espécies que apresentaram os maiores crescimento em altura e DAP na restauração florestal foram as estruturantes, com destaque para o Ingá (*Inga Vera subsp. Affinis*), Embaúba (*Cecropia pachystachya*), Carrapeta Verdadeira (*Guarea guidonia*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com valores 50% maiores que a média geral. Os custo de implantação do trabalho no ano de 2015 foram de R\$ 1671,90. É de suma importância a adequação ambiental da propriedades rurais brasileiras na promoção de serviços ambientais.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o crescimento da população, os processos de urbanização desordenada e um elevado padrão de consumo aliados a outros fatores como modificações nas dietas alimentares, destruição de habitats e mudanças climáticas, resultaram em um complexo desafio para a manutenção da biodiversidade e dos ecossistemas, impactando ao provimento de serviços ambientais.

A qualidade de vida da sociedade depende significativamente dos serviços ecossistêmicos que são fornecidos pela natureza, os quais incluem a regulação do clima na Terra, a formação dos solos, o controle contra erosão, o armazenamento de carbono, a ciclagem de nutrientes, o provimento de recursos hídricos em quantidade e qualidade, a manutenção do ciclo de chuvas, a proteção da biodiversidade, a proteção contra desastres naturais, elementos culturais, a beleza cênica, a manutenção de recursos genéticos, entre muitos outros (MMA, 2011).

Considerando que a bacia hidrográfica é a unidade de planejamento provedora de serviços ambientais, é essencial pensar sobre sua gestão a partir de suas características naturais (Barreiro-Lostres et al., 2015; Gomes et al., 2018). Entende-se por bacia hidrográfica uma área de captação natural da água precipitada na forma de chuva que converge os escoamentos para um único ponto de saída (MUCHAILH, 2007). Esta é composta por um conjunto de superfícies vertentes constituídas pela superfície do solo e de uma rede de drenagem formada pelos cursos da água que confluem até chegar a um leito único no ponto de saída (BARROS et al., 2018). Uma ou um agrupamento de bacias ou sub-bacias com características ambientais, sociais e econômicas similares formam uma região hidrográfica. O Brasil possui dimensões continentais e devido a isso foi dividido em regiões hidrográficas, as quais servem para orientar, fundamentar e implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos. As regiões hidrográficas foram definidas pela Resolução n° 32 (CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2002).

Mudanças na disponibilidade hídrica de bacias hidrográficas estão associadas a causas naturais ou antrópicas. Em geral, a variabilidade climática é apresentada como fator dominante no regime de variação da resposta hidrológica de uma bacia (Espinoza-Villar et al, 2009). Entretanto, também é esperado que mudanças no uso e cobertura do solo afetem a resposta hidrológica de uma bacia, através de impactos nos diferentes processos e variáveis que compõem o ciclo hidrológico (MELO et al., 2013; MARTINS, ALVARENGA et al., 2016).

Em bacias hidrográficas com áreas de mata nativa, a vegetação possibilita a proteção do solo contra a erosão, a sedimentação e a lixiviação excessiva de nutrientes sendo essas funções muito importantes para a manutenção do abastecimento de água de boa qualidade (CASTRO et al., 2012). Contudo, as práticas que se seguem após a retirada das árvores tendem a promover elevada redução da quantidade e qualidade da água (BROWN, 1988). O processo de infiltração em uma bacia hidrográfica depende fundamentalmente do tipo de solo, da sua cobertura vegetal, do estado de umidade. O arranjo das partículas sólidas e sua graduação granulométrica determinam o espaço disponível para recepção de água, bem como a sua facilidade de movimento no solo (PAIVA e PAIVA, 2001, p.246).

Segundo o código florestal, em nascentes e olhos d'água, em áreas não consolidadas, a distância a ser preservada com mata é de 50 metros (OKUYAMA et al., 2012). No entanto, o que se observa muitas vezes é que as atividades agropecuárias não respeitam essa distância. No região serrana do estado do Rio de Janeiro, as microbacias hidrográficas do rio São Francisco, em geral, apresentam nas áreas de nascentes dos cursos d'água e no curso médio dos rios propriedades que desenvolvem a agropecuária. Apesar de sua importância social e econômica, a microbacia hidrográfica do rio São Francisco encontra-se em elevado estado de degradação ambiental, principalmente no que se refere à supressão de sua vegetação ciliar.

Diante dessa problemática, é necessário adotar medidas que visem dar suporte às ações de adequação e restauração ambiental das propriedades rurais brasileiras, considerando as diversas formas de uso dos solos e as necessidades das comunidades. Uma propriedade ambientalmente adequada é aquela que cumpre plenamente a legislação ambiental ao mesmo tempo que mantém uma produtividade agropecuária e garante a qualidade de vida de seus proprietários (Campanili & Schäffer, 2010).

As florestas restauradas ecologicamente têm papel importantíssimo no ciclo da água. Apesar de possuírem alta taxa de evapotranspiração, as árvores regulam e mantêm a água no ambiente. As folhas do dossel das árvores absorvem primeiros impactos das precipitações reduzindo o tamanho da gotas que caem no solo, as raízes ajudam no aumento da taxa de infiltração de água no solo e os troncos funcionam como canais onde parte da precipitação escoar lentamente. O dossel protege, também, o solo da incidência direta da radiação solar fazendo com que a evaporação da água presente na superfície do solo ocorra mais lentamente.

Considerando a dimensão de uma Microbacia hidrográfica à semelhança do rio São Francisco, deve-se imaginar que a restauração ambiental envolve aspecto mais amplo do que simplesmente sítios particulares ou propriedades onde as nascentes estão situadas. Nesse contexto, a restauração da paisagem de acordo com Lamb et al. (2005) deve envolver outros aspectos, além da vegetação, nas áreas de preservação permanente. De acordo com esses autores, alguns fatores devem ser considerados para o planejamento de implantação de reflorestamentos visando à restauração da paisagem, como: fornecer informações e dar assistência técnica aos produtores ou às comunidades sobre as espécies empregadas nos plantios, quanto aos aspectos silviculturais e valores de mercado; e desenvolver sistemas silviculturais com manutenção mais rápida e mais moderna.

Em caso de áreas de preservação permanente, considera-se que programas de restauração só podem ser bem-sucedidos se os proprietários rurais enxergarem os reflorestamentos como atrativos, proporcionando benefícios e pagamentos por bens e serviços ecológicos, como: melhoria da qualidade e aumento da quantidade de água produzida, sequestro de carbono e conservação da biodiversidade (LAMB et al., 2005). Em muitas situações, entretanto, a localização dessas áreas coincide com a área produtiva da propriedade, o que exige a proposição de estratégias alternativas de restauração. Uma das principais alternativas são os sistemas agroflorestais (SAF), tentativa de conjugar conservação e produção no uso da terra. Compreendendo a importância social das APP, a legislação ambiental citada acima prevê que a restauração dessas áreas pode incluir o manejo agroflorestal, além da exploração de produtos não-madeireiros, como os oriundos da apicultura e da fruticultura tropical. Para as áreas de Reserva Legal também pode haver aproveitamento econômico, mediante o manejo sustentável previamente autorizado pelo órgão ambiental competente.

Para atingir tais objetivos, vários modelos podem ser empregados com essa finalidade. Segundo Kageyama e Gandara (2000), podem-se empregar plantios ao acaso, modelos sucessoriais, plantios por sementes, condução da regeneração natural, modelos com espécies raras e comuns e também restauração em ilhas de vegetação. Porém, algumas atividades devem ser planejadas para obter resultados satisfatórios mais rapidamente, como: promover o

isolamento das áreas, remover os fatores causadores da degradação, eliminar ou desbastar espécies que possam atuar como competidoras, promover adensamento das áreas com mudas ou sementes das espécies selecionadas, fazer enriquecimento das áreas com as espécies mais importantes, realizar plantios mistos, induzir e conduzir propágulos autóctones, transferir propágulos alóctones e utilizar espécies atrativas para a fauna (RODRIGUES e GANDOLFI, 2000).

Seja qual for a estratégia adotada, o planejamento da restauração deve, sempre que possível, envolver uma escala significativa, como no caso das bacias hidrográficas, que requer um detalhado conhecimento das características físicas (tipo de solo, relevo), biológicas (vegetação, fauna) e humanas (uso do solo, modelo de ocupação) (Kageyama & Gandara, 2000).

OBJETIVOS

Submete-se este trabalho na tentativa de colaborar com o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP e com a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP, visando contribuir efetivamente na gestão dos recursos hídricos através da proteção e recuperação de nascentes sobre a região alvo do estudo. Em médio e longo prazo, quando os indicativos ambientais forem se reestabelecendo em consequência à proteção das nascentes e recuperação das áreas degradadas, pretende-se estimular o mesmo sentimento pela nobre causa junto a outros produtores locais vizinhos da propriedade beneficiada com o trabalho.

Geral

Realizar a adequação ambiental e restauração florestal da nascente em uma propriedade rural.

Específicos

Isolar a nascente;

Avaliar o desenvolvimento das espécies florestais nativas plantadas;

Quantificar a taxa de sobrevivência do plantio;

Apresentar informações sobre a composição florística e uso dos solos para subsidiar futuros programas para a restauração da vegetação no entorno dessas áreas.

MATERIAIS E MÉTODOS

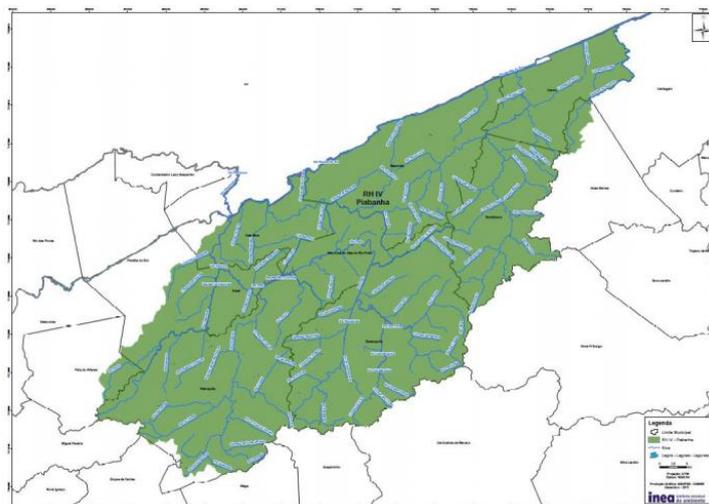
O Fazenda Córrego Sujo situa-se em Nossa Senhora de Aparecida, 3º distrito da cidade de Sapucaia na Região Centro Sul do Estado do Rio de Janeiro. O clima é predominantemente tropical, com verão quente e chuvoso e inverno seco, segundo a classificação Kopen. A temperatura média é de 22 °C, com máxima de 32 °C e mínima de 17 °C. Os acessos à propriedade a partir da BR-116 é a estrada vicinal intermunicipal RJ-154 que corta a propriedade e leva à Sumidouro. Com 142 ha, o imóvel rural soma aproximadamente cinco módulos fiscais (Figura 1), sabendo que o valor unitário deste para a referida cidade são 28 hectares (INCRA, 2015). Atualmente, a principal atividade produtiva no Sítio é a pecuária de corte, mas em outros tempos já funcionou uma granja com até cinco mil aves além da suinocultura e da produção de 600 litros de leite/dia e laticínios.

Figura 1- Área da propriedade e da nascente trabalhada, localizada no município de Sapucaia-RJ. Fazenda Córrego Sujo.
Fonte: Autor, 2015.



O relevo do local caracteriza-se como um vale, por apresentar uma planície entre morros e em relação ao uso do solo, predominam as áreas de pastagem. Conforme o Instituto Estadual do Ambiente – Inea, o Sítio 3 Irmãos, integra a Região Hidrográfica IV, estando compreendida na Bacia do Rio Paraíba do Sul por consequência na Grande Bacia do Atlântico Leste (Figura XX). No diagnóstico inicial foi notado um olho d’água, que apresenta perenidade segundo relatos do produtor, e ao redor do mesmo o pisoteio do gado que se aproximava para consumir água.

Figura 2- Região Hidrográfica da microbacia onde foi executado o trabalho. Fonte: INEA



As primeiras impressões demonstraram excessivo pisoteio dos bovinos na nascente. Havia certa preocupação em relação ao cercamento, pois reduziria a área de pastagem e naquele local o gado passava com frequência se deslocando para outro pasto. Então, após negociação com o produtor e respeitando a legislação vigente, chegou-se ao perímetro de 117 m abrangendo uma área de 875 m², cobrindo o raio de 15m em torno do olho da nascente. Para o Cadastro Ambiental Rural do Sítio 3 Irmãos, trata-se de uma área rural consolidada e, então, a cartilha de orientações básicas para o CAR, elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2012), indica para esta situação um raio mínimo de 15 metros em torno de olhos d’água ou nascentes. Para facilitar e aperfeiçoar o trabalho, foi resolvido coincidir o cercamento da área com parte da cerca de divisória da estrada e, portanto, foram utilizados mourões de Eucalipto tratado e 2 rolos de arame farpado distribuídos em 4 linhas. Uma máquina perfuradora de solo facilitou o trabalho de abertura dos berços para alocação dos mourões.

As intervenções ocorreram em setembro de 2015. O aspecto inicial da nascente era semelhante a uma poça d'água com aparência suja e pisoteada pelo gado, portanto resolveu-se intervir no olho da nascente buscando desobstruir o afloramento e proteger quanto a possíveis contaminações e enxurradas. A primeira etapa foi a limpeza do local retirando a camada de matéria orgânica e fazendo a escavação ao redor do olho da nascente. Essa escavação foi feita de modo a localizar o melhor afloramento do lençol freático e em seguida proteger o olho da nascente posicionando estrategicamente algumas pedras em seu redor (Pedra Rachão). Posteriormente cobriu-se todo o buraco com pedras que também desempenham a função de um leito filtrante para o afloramento d'água e na sequência preparou-se a mistura de solo-cimento com um traço de 3 partes para uma respectivamente. Começou-se então a construir uma pequena barragem com pedras, impermeabilizando-a com o solo-cimento e posicionando os tubos que irão verter a água. Foram colocados 3 tubos: Em baixo de ½ polegada que tem o diâmetro convencional para uma possível adaptação de mangueiras, o intermediário de 40 mm e o superior de 100 mm que servirá como ladrão em caso de enxurrada. Para finalizar esta intervenção, com algumas pedras menores procurou-se estabelecer o leito do córrego que escoar a água da nascente.

Para o plantio, primeiramente foram observadas as espécies de maior ocorrência na região e adquiridas mudas no Horto Municipal de Cantagalo, credenciado junto ao INEA. Foram selecionadas 103 mudas nativas de 23 espécies diferentes conforme demonstrado na Tabela 1 e transportadas em boas condições até o sítio, sendo priorizadas espécies nativas da Mata Atlântica (Bioma local) com algumas exóticas. Dentre as mudas escolhidas, optou-se por: Pau-Jacaré, Pau-Formiga, Pau-Ferro, Ingá, Sabiá, Palmeira Jussara, entre outras e algumas frutíferas como: Amoreira e Seriguêla. A distribuição das espécies foi realizada de forma que as espécies de crescimento mais rápido favorecessem as de crescimento mais lento (CARPANEZZI & NICODEMO, 2009). O controle das espécies indesejáveis foi realizado a partir de duas roçadas mensais no período das chuvas e a cada dois meses do período seco. Já o controle de formigas foi realizado 30 dias antes do plantio com uso de formicidas. Foram abertos berços com aproximadamente 40 centímetros de profundidade utilizando cavadeiras. Nas áreas com maior inclinação utilizaram-se enxadas para preparar curvas de nível para o plantio, minimizando, através da dissipação de energia, os possíveis efeitos danosos causados pelo escoamento superficial das águas. Optou-se por fazer uma adubação diretamente no berço, utilizando um composto preparado com esterco curtido e terra preta disponíveis no próprio sítio.

A etapa mais importante de todo esse processo de recuperação ambiental é o monitoramento, pois é através deste que surgirão as análises sobre os resultados obtidos possibilitando melhorar a qualidade na gestão do projeto. Dessa forma, procedeu-se com os diagnósticos 55 meses após as intervenções (04/2019), medindo-se a taxa de sobrevivência, a altura e o diâmetro à altura do peito (Carneiro et al., 2018). Já as medições de vazão foram obtidas através de uma média entre cinco medições sequenciais utilizando um recipiente graduado em ½ litro e um cronômetro. Os custos do trabalho foram estimados com base nos preços dos insumos e materiais em setembro de 2015.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Passados 55 meses após as intervenções, a ação de proteção e recuperação da nascente localizada na propriedade apresentou resultados satisfatórios. O isolamento, seguindo as premissas novo código florestal, apresentou cercas e arames em ótimo estado de conservação mesmo após todo esse período, cumprindo sua função de proteção. A ausência de cercamento das APP's contribuem para a perda da qualidade de água, comprometendo a utilização desse recurso hídrico para uso doméstico (GOMES et al., 2018). Em estudos desenvolvidos por Galatto et al. (2011), identificou-se que em áreas de APP a ocupação urbana suprimiu trechos de vegetação que deveriam estar preservados e esse conflito de ocupação pode comprometer tanto a disponibilidade quanto a qualidade dos recursos hídricos.

De maneira geral, as áreas de APP's possuem importância para a estabilidade dos ambientes, principalmente por agregar serviços ecossistêmicos fundamentais (Kominoski et al., 2013). Assim, há de se compreender a necessidade da proteção das nascentes contra agentes contaminantes e degradantes. Dessa forma, foi possível notar que a retirada de matéria orgânica (principalmente fezes dos bovinos), desobstrução do olho d'água e proteção com pedras rachão foi eficiente no aspecto de proteção. As nascentes devem fornecer água de boa qualidade e de forma abundante e contínua, no entanto, em muitas situações as nascentes encontram-se com elevado nível de degradação, seja por ação do pisoteio de bovinos em sistemas de pastagens ou seja por ação antrópica (CALHEIROS et al., 2004).

A perda sobre o plantio das mudas nativas foi menor que 15% do total plantado, acreditando que o fator de sucesso foi, principalmente, a época de plantio aliada as boas práticas de manejo. Dois importantes estados do

Brasil em termos de projetos de restauração florestal já possuem normatizações, não só para elaborá-los como para monitorar seu desempenho ao longo do tempo. Em São Paulo, vigora a Resolução Secretaria do Meio Ambiente (SMA) Nº 32, de 3 de abril de 2014, e no Rio de Janeiro, a Resolução Instituto Estadual do Ambiente (Inea) Nº 89, de 3 de junho de 2014.

O oitavo artigo da norma fluminense enfatiza as etapas de manutenção e monitoramento dos projetos de reposição florestal, ordenando que sejam planejadas para serem realizadas ao longo de ao menos quatro anos ou até seu pleno estabelecimento. Também expõe os índices a serem usados como indicadores da qualidade do povoamento: a) mortalidade: número de indivíduos mortos, classificados por espécie, dentre os que foram plantados, considerando-se aceitável até 20%; b) infestação por espécies competidoras, considerando-se aceitável que a competição esteja abaixo do nível da copa das mudas, de forma a não prejudicar seu desenvolvimento; c) que o processo de regeneração natural possa ocorrer sem novas intervenções antrópicas.

O Inea propôs uma calculadora virtual, denominada “Restauradora”, que permite ao reflorestador avaliar a qualidade de seu povoamento e se este está ou não de acordo com a expectativa para a área. Assim o valor obtido para esse trabalho foi 8,13. Ou seja, o povoamento florestal estaria aprovado pelo órgão, mesmo que possuísse potencial para evoluir. É admirável a intenção do estado do Rio de Janeiro de analisar o povoamento seguindo critérios objetivos. Pode-se concluir em relação a essa situação é a importância do planejamento adequado das espécies e dos espaçamentos de plantio para que se alcance os parâmetros de suficiência e qualidade apontados pela instituição fiscalizadora.

São apresentados na Tabela 1 os valores de altura e DAP das espécies 55 meses após o plantio.

Tabela 1- Nome Popular, Nome Científico, Altura e DAP (Diâmetro à altura do peito aos 55 meses de idade das espécies utilizadas na restauração florestal da mata ciliar da nascente.

Nome Popular	Nome Científico	Altura (m)	DAP (cm)
Amora	<i>Morus celtidifolia</i>	4,1	10
Angico Vermelho	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	4,1	13
Aroeira	<i>Schinus molle</i>	3,5	14
Canafistola	<i>Peltophorum dubium</i>	4,5	20
Carrapeta Verdadeira	<i>Guarea guidonia</i>	6,2	33
Castanheira do Maranhão	<i>Pachira aquatica</i>	2,5	10
Cutieira	<i>Joannesia princeps</i>	4,2	18
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i>	6,3	25
Falso Pau-Brasil	<i>Biancaea sappan</i>	2,5	8
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	4,1	11
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>	5,2	28
Ingá	<i>Inga Vera subsp. Affinis</i>	7,5	35
Jequitibá	<i>Cariniana estrellensis</i>	1,8	6
Juçara	<i>Euterpe edulis</i>	2	19
Nêspera	<i>Eriobotrya japonica</i>	3,5	12
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	3,1	11
Pau-Ferro	<i>Libidibia ferrea</i>	4,2	12
Pau-Formiga	<i>Triplaris americana</i>	2,2	9
Pau-Jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	5,7	20
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	6,2	20
Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>	2,6	7,6
Seriguela	<i>Spondias purpurea</i>	2,8	17
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	2,6	7
	Média	4,0	16

Como era de esperar as espécies estruturantes apresentaram maior altura, com destaque para Ingá (*Inga Vera subsp. Affinis*), Embaúba (*Cecropia pachystachya*), Carrapeta Verdadeira (*Guarea guidonia*) e Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com valores 50% maiores que a média geral. Do ponto de vista de crescimento, o plantio de mudas dessas espécies estruturantes atenderia muitas das funções ecológicas que se espera das árvores: cobertura do solo e redução dos processos erosivos; abrigo e alimento para fauna; melhoria da ciclagem de nutrientes; aumento da matéria orgânica do solo e sequestro desse elemento na biomassa. Contudo, deixariam de atender, por exemplo, questões relacionadas à biodiversidade, que, ao longo do tempo e a depender de seu entorno, poderia ser incrementada a partir dos avanços na sucessão ecológica natural (CARVALHO, 2010) ou do enriquecimento da área com o plantio de mudas de espécies não pioneiras. Dessa forma, as espécies Juçara (*Euterpe edulis*) e Jequitibá (*Cariniana estrellensis*) apresentaram os menores valores de altura, entretanto são espécies clímax e de suma importância na sucessão ecológica.

Com relação aos DAPs, mais uma vez os maiores valores foram observados nas espécies estruturantes, com destaque para o Ingá (*Inga Vera subsp. Affinis*), Carrapeta Verdadeira, Guapuruvu (*Guarea guidonia*) e Embaúba (*Cecropia pachystachya*). Dentre as espécies que não tiveram os maiores valores de altura mas apresentaram valores acima da média geral de DAP, destacam-se a Cutieira (*Joannesia princeps*), Pau-Jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) e Canafístula (*Peltophorum dubium*).

Outro aspecto positivo foi o aumento da vazão da nascente protegida, acreditando-se ser por conta do período chuvoso que começou posteriormente a ação, mas de qualquer forma a nascente se comportou de maneira perene durante todo o processo. A vazão da nascente diminuiu nos primeiros resultados obtidos através de uma média entre cinco medições sequenciais utilizando um recipiente graduado em ½ litro e um cronômetro. No dia 20/09/2015, a vazão medida foi de $4,54 \times 10^{-5}$ m³/s, no dia 12/10/2016 a vazão medida foi de $4,92 \times 10^{-5}$ m³/s, no dia 15/11/2018 a vazão apresentou outra evolução para $5,32 \times 10^{-5}$ m³/s. Entre Dezembro de 2018 a Abril de 2019 será um momento de suma importância para o monitoramento já que entra o período de chuvas e espera-se um aumento para a vazão da nascente.

Em relação ao solo, espera-se que com o passar do tempo, gradativamente os níveis de fertilidade aumentarão devido a evolução dos estágios de sucessão vegetal que ocorrerá com a reposição florestal da APP em questão. Outro fator a ser monitorado é o risco de erosão do solo que da mesma forma, acredita-se na sua diminuição considerando a cobertura florestal regenerada.

A implantação da ação desenvolvida na propriedade teve um custo final estimado em R\$ 1671,90 (ano base 2015). Na Tabela 2 a seguir estão detalhados os custos estimados para financiar as despesas com materiais e com mão de obra, indispensáveis para a ação de recuperação e proteção da nascente. Foram solicitados alguns orçamentos em diferentes estabelecimentos comerciais tomando os menores valores individuais para compor esta planilha. Lembrando, que não estão presentes nesta tabela os valores para a manutenção da restauração florestal, como roçadas e capinas. Cerca de 53% do custo total foram gastos com insumos e 48% com mão-de-obra. Se fossem considerados os custos de manutenção, é provável que os percentuais gastos com mão-de-obra fossem maiores, pois os tratamentos culturais ocorreram ao longo de 48 meses.

Dentre os insumos utilizados, os que tiveram maiores percentuais relativos ao custo total foram as pedras, o arame e os moirões, com 18%, 14,5% e 12% respectivamente. Já com relação a mão-de-obra os maiores percentuais foram observados na atuação do olho d'água e plantio das mudas, com 15% e 12%, respectivamente, do custo total. Desta forma, os custos para a construção da cerca, considerando insumos e mão-de-obra, responderam por aproximadamente 40% do custo total da ação. Assim, este poderia ser um bom indicativo de qual etapa da ação de proteção e recuperação de nascentes as políticas públicas poderiam atuar, para viabilizar a preservação e adequação ambiental de propriedades rurais..

Tabela 2- Custo de insumo e mão-de-obra na execução do trabalho de proteção, recuperação e restauração florestal da nascente com valores relativos ao ano base de 2015.

Especificações	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)		Valor (R\$) %	Total
			Unitário	Total		
Insumos						
Moirão Cerca	und	50	4,00	200,00	12%	
Arame farpado	rolo (250m)	2	121,00	242,00	14,50%	
Pedras	m3	5	60,00	300,00	18%	

Cimento	saco	2	30,00	60,00	3,60%
Grampo	kg	1	8,00	8,00	0,50%
Mudas	und	60	0,70	42,00	2,50%
Esterco curral	litros	53	0,10	5,30	0,30%
Formicida	1/2 kg	1	4,00	4,00	0,20%
Combustível Máquinas	litros	3	3,20	9,60	0,60%
Saco de Ráfia	und	10	0,50	5,00	0,30%
Sub Total				875,90	53%
Mão-de-Obra					
Construção Cerca	H. de Trab.	16	12,50	200,00	12%
Atuação Olho d'água	H.de Trab.	20	12,50	250,00	15%
Plantio e adubação	H. de Trab.	10	12,50	125,00	7,50%
Transporte das Pedras	H. de Trab.	10	12,50	125,00	7,50%
Transporte das Mudas	Gas	30	3,20	96,00	6%
Sub Total				796,00	48%
TOTAL				1671,90	100%

O Brasil dispõe de uma legislação ambiental que necessita de melhorias, mas ainda assim quando bem interpretadas e aliadas ao respeito para com a biodiversidade, possuem mecanismos que podem favorecer e incentivar boas práticas agropecuárias e de forma sustentável visando garantir a perpetuidade dos recursos naturais.

CONCLUSÕES

A adequação ambiental das propriedades rurais brasileiras é uma importante estratégia na promoção de serviços ambientais.

A proteção, recuperação e restauração florestal de nascentes é de suma importância para a garantia de disponibilidade de água em qualidade e quantidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA P. A., BOTELHO S. A., PINHEIRO C. A., PEREIRA M. I., ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p. 2016. SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS NA RESTAURAÇÃO DE NASCENTES NO SUL DE MINAS GERAIS.

BARROS JUNIOR, W. W.; SILVA, J. A. F.; LUGON JUNIOR, J.; MOREIRA, M. A. C.; SANTOS, L. F. U. 2018, REGNE, Vol. 4, Nº Especial (2018). Análise da paisagem com o uso de geotecnologias: uma proposta metodológica para o planejamento territorial da região hidrográfica VIII – RJ.

CALHEIROS, R. de O. Preservação e Recuperação de Nascentes (de água e de vida). Piracicaba: Comitê das Bacia Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Câmara técnica de conservação e proteção aos recursos naturais, 2004. 140p.

CARPANEZZI, A.A.; NICODEMO, M.L.F. Recuperação de mata ciliar e reserva legal florestal no noroeste paulista. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2009. 35p. (Série documentos, Embrapa Florestas, 188)

CARVALHO, F. A. Síndromes de dispersão de espécies arbóreas de florestas ombrófilas submontanas do estado do Rio de Janeiro. Revista Árvore, v. 34, n. 6, p. 1017-1023, 2010.

CASTRO, DILTON. Práticas para restauração da mata ciliar. / organizado por DILTON DE CASTRO; RICARDO SILVA PEREIRA MELLO e GABRIEL COLLARES POESTER. -- Porto Alegre: Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012.

GALATTO, S. L. et al. Diagnóstico ambiental de nascentes no município de Criciúma, Santa Catarina. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 5, n. 1, p. 39-56, 2011.

GOMES, C.F.G., JESUS, N.E., OLIVEIRA, N.N., JUNIOR, G. L., CABRAL, S.G.F., RESENDE, S.R.M. A nova legislação ambiental brasileira e seus efeitos sobre a reestruturação de nascentes e remanescentes florestais. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 38, e201601309, p. 1-10, 2018.

INCRA (Brasília, DF). Índices básicos 2013 por município. 2015. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

KOMINOSKI, J. S. et al. Forecasting functional implications of global changes in riparian plant communities. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 11, p. 423–432, 2013. DOI: 10.1890/120056

MARTINS, S.V. Recuperação de matas ciliares: no contexto do Novo Código Florestal. 3.ed., Viçosa: Aprenda Fácil, v.1, 2014. 220p.

MELO, F.P.; PINTO, S.R.; BRANCALION, P.H.; CASTRO, P.S.; RODRIGUES, R.R.; ARONSON, J.; TABARELLI, M. Priority setting for scaling-up tropical forest restoration projects: Early lessons from the Atlantic Forest Restoration Pact. *Environmental Science & Policy*, v. 33, p. 395-404, 2013. Disponível em: . doi:10.1016/j.envsci.2013.07.013

MUCHAILH MC. Análise da paisagem visando à formação de corredores de biodiversidade: Estudo de caso da porção superior da bacia do rio São Francisco Falso, Paraná [dissertação]. Curitiba: Curso de Engenharia Florestal/UFPR; 2007.142p.

OKUYAMA, K.K.; ROCHA, H.C.; NETO, W.H.P.; ALMEIRA, D.; RIBEIRO, D.R.S. Adequação de propriedades rurais ao Código Florestal Brasileiro: Estudo de caso no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n. 9, p.1015- 1021, 2012. Disponível em: . doi: 10.1590/S1415-43662012000900013

RENNÓ, C. D.; SOARES, J. V. 2003. Uso do índice topográfico como estimador da profundidade do lençol freático. *Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Belo Horizonte, MG, Brasil.

UMA PROPOSTA TEÓRICA- PRÁTICA-ANALÍTICA PARA UM SISTEMA DE GESTÃO E GOVERNANÇA DAS ÁGUAS PARA MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS LOCALIZADAS EM ECOSISTEMAS DE MONTANHA TROPICAL

Maria Isabel Lopes da Costa ^{1*}

¹ Professora Adjunta do Centro Universitário Serra dos Órgãos - UNIFESO

* mariaisabelcosta@unifeso.edu.br

RESUMO

Instituída há 22 anos, a Política Nacional de Recursos Hídricos visa assegurar às atuais e futuras gerações disponibilidade hídrica adequada, centrada nos princípios da integração, descentralização, participação e inclusão que permeiam seu Sistema de Gestão e Governança das Águas (SGGA). Dentre seus instrumentos de gestão, o Enquadramento é aquele que permite a sociedade refletir e atuar sobre o estado atual e os graus de criticidade dos recursos hídricos locais como cursos d'água e nascentes e propor ações para modificar tal realidade que pode vir a comprometer a segurança hídrica, energética, climática, alimentar, saúde pública e a biodiversidade local. A Serra dos Órgãos, localizada na Ecoregião da Serra do Mar, devido as interações e conectividade entre a Cordilheiras dos Andes, Oceano Atlântico, Relevo, Massas Atmosféricas, Florestas Amazônica e Atlântica, apresenta uma dinâmica de variações climáticas que condicionam, determinam, e/ou limitam a organização da sociedade no espaço devido as suas características: alto potencial hidrológico; biodiversidade, pluviosidade e declividades altas; assentamentos humanos e arranjos produtivos localizados em áreas de risco e precárias. Consideram-se as Microbacias Hidrográficas (MBHs) a menor unidade de análise e monitoramento deste ecossistema de montanha tropical nas quais evidenciam-se as suas potencialidades e vulnerabilidades socioambientais, socioecológicas frente ao risco climático, tais como a produção de água de boa qualidade, suscetibilidade à enchentes, deslizamentos e erosão do solo, característicos de sua dinâmica. Frente a esta problemática, este trabalho visa apresentar, de forma preliminar, a abordagem e perspectivas teóricas, práticas e analíticas adotadas nos cursos que integram o Centros de Ciências e Tecnologia do UNIFESO voltados para dar suporte a tomada de decisão em Microbacias Hidrográficas estratégicas para o município de Teresópolis.

INTRODUÇÃO

Vinte seis anos nos separam da Rio-92, quando o conceito de desenvolvimento sustentável, baseado na eficiência alocativa dos recursos naturais, a Eco-eficiência, impactos ambientais industriais crescentes, matriz energética dependente do petróleo, sistemas de saneamento ineficientes ou inexistentes, foi proposto para estruturar um novo modelo de desenvolvimento, crescimento econômico e modos de organização da sociedade no espaço, produção e consumo. Neste mesmo evento propôs-se uma Agenda para o século XXI fundamentada, também, nas perspectivas ecossistêmica e socio-ecológica frente aos efeitos adversos dos eventos climáticos extremos sobre a biodiversidade e a disponibilidade hídrica como driving forces para novas abordagens em sistemas de Gestão e Planejamento. No início do século XXI, um artigo, assinado por vários cientistas, propõem uma nova Ciência em contraponto ao proposto pela Agenda 21, a da Sustentabilidade, baseada no conceito de Resiliência e na capacidade Adaptativa. Estes marcos históricos-teóricos-práticos possibilitaram vislumbrar no campo da Teoria do Planejamento um enfoque no conceito de Sustentabilidade, não mais restrito aos níveis social, ambiental e econômico, abordagens fragmentadas e excludentes, em face da realidade socio-ambiental-ecológica-ecossistêmica em n-níveis de realidades e dos lugares frente as incertezas e invisibilidades que emergem frente às vulnerabilidades e potencialidades dos sistemas frente ao risco climático. As variáveis tempo e espaço, suas relações e interações, são fundamentais no campo de Sistemas de Gestão e Planejamento. Para as Engenharias que buscam nortear suas ações na busca por soluções de problemas baseadas no conceito de sustentabilidade, a questão e problemática ambiental na Região Serrana Fluminense é per si complexa.

Na América do Sul, os fenômenos El Niño e La Niña sobre o Pacífico Equatorial e o gradiente meridional de anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Atlântico Tropical modulam conjuntamente uma grande parte da variabilidade interanual do clima sobre a América do Sul (MARENGO, 2006). Os efeitos da ação destes fenômenos climáticos e oceanográficos no continente se evidenciam em períodos intercalados de secas, chuvas intensas e enchentes nas regiões brasileiras. Estudos bioclimáticos, desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), evidenciaram um laço

de interação entre a Floresta Amazônica, o Oceano Atlântico e o sistema de Cadeias Montanhosas, na América Latina e no Brasil, como responsáveis na formação das chuvas e no aporte de água doce no país (SALATI; SANTOS; KLABIN, 2006;). Para Price et al. (2004, p. 21) “O clima influencia os processos de intemperismo, erosão, transporte de sedimento e condições hidrológicas (...) quantidade, qualidade e estabilidade da cobertura vegetal e por esta razão a biodiversidade”. Esta dinâmica afeta não somente a agricultura, mas também as populações no meio urbano e, principalmente, aquelas residentes em áreas localizadas em sopés, encostas, topos de morros e montanhas e próximas ao litoral. Na madrugada de 11 de Janeiro de 2011 ocorreu um dos maiores desastres naturais da história moderna nacional. Uma forte chuva, que durou mais de quatro horas, atingiu os municípios localizados nas Regiões Serrana, Centro-Sul e Noroeste Fluminense do Estado do Rio de Janeiro. Pode-se afirmar que este evento funcionou como catalisador para uma mudança profunda no gerenciamento de risco de desastres. O enfoque migrou de políticas públicas pós-desastre de recuperação e reconstrução para ações de prevenção, buscando prioritariamente salvaguardar a vida humana, resultando no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (2012 – 2014). Sob a perspectiva de uma Engenharia voltada para a sustentabilidade em Ecossistemas de Montanha Tropical considera-se a água, como o principal ativo ambiental deste geossistema que envolve a atuação de várias instituições voltadas para dar garantias para a sua disponibilidade quali-quantitativa, segurança hídrica, alimentar, sanitária, e saúde pública e estratégias adequadas à dinâmica e à realidade local. Inserida neste contexto Microbacias Hidrográficas são consideradas a menor unidade de análise e monitoramento de um ecossistema nas quais evidenciam-se o potencial hidrológico e vulnerabilidades frente aos processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos que irão caracterizar as demandas e os impactos frente aos seus usos a nível local. Estas características permitem a adoção de uma abordagem sistêmica, holística, integrativa e participativa quando na concepção de sistemas de gestão, planejamento, gerenciamento, monitoramento, controle e tomadas de decisão (COSTA et al, 2017). Consideram-se, assim, as Microbacias Hidrográficas unidades de análise estratégicas quando na elaboração de Políticas, Planos, Programas e Projetos que irão orientar a sociedade em suas tomadas de decisão quanto aos problemas históricos e característicos de seu ecossistema: ocupação e uso do solo irregular em áreas de risco; sistema de saneamento básico ineficiente ou inexistente e o comprometimento da qualidade e quantidade de água, seu ativo ambiental.

Sob a perspectiva das Engenharias Ambiental e Sanitária, Produção, Civil e Arquitetura, voltadas para a sustentabilidade de seus sistemas objetos de estudo, o Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO) busca dar suporte para um Sistema de Gestão e Governança Socioambiental, Ecológico E Integrativo para as Microbacias Hidrográficas localizadas em um Ecossistema de Montanha Tropical, Serra dos Órgãos, considerando suas potencialidades, como produtoras de água de boa qualidade e quantidade, suas vulnerabilidades e suscetibilidades à deslizamentos, erosão, inundações e incêndios, frente ao risco climático. Considera-se para este sistema que a interação e a integração de Arranjos Produtivos, formais e informais, Arranjos Sociais, Arranjos Políticos e Institucionais, Arranjos em Educação, Ciência, Tecnologia e Informação, Arranjos Territoriais, Arranjos de Áreas Protegidas, Microbacias Hidrográficas e Ecossistemas, como uma Unidade de Análise Transdisciplinar Ecossistêmica Estratégica, Integrativa, perceptiva, cognitiva e analítica que permitirá uma nova realidade teórica, conceitual e prática ao revelar novos aspectos, impactos, variáveis e atores para este Sistema de Gestão e Governança das Águas.

OBJETIVO

Este estudo visa apresentar e propor, preliminarmente, este percurso que se estrutura no campo teórico-conceitual-requisitos-padrões-legais-prático, e o seu retorno, fundamentado em análises reflexivas, críticas e técnicas, um sistema de gestão e governança das águas para microbacias hidrográficas localizadas em Ecossistemas de Montanhas Tropicais. Em face desta dinâmica, apresenta-se a relevância das caracterizações morfológica e morfométrica como suporte nas tomadas de decisão a nível local abordando perspectivas e abordagens analíticas não-excludentes em sistemas de gestão que tenham como enfoque o acoplamento homem-sociedade-natureza. Sendo assim, apresentam-se os resultados preliminares da caracterizações morfométricas de 8 Microbacias Hidrográficas estratégicas para o município de Teresópolis resultantes de estudos desenvolvidos nos cursos do Centro de Ciências e Tecnologia do Centros Universitário Serra dos Órgãos, UNIFESO

MATERIAIS E MÉTODOS

O quadro teórico-conceitual-institucional-analítico integra as cinco perspectivas adotadas em sistemas de gestão ambientais não-excludentes (ambiental empresarial, socioambiental, socioecológica, ecossistêmica e da sustentabilidade) com base na legislação nacional e na sua hierarquia político-programática (Políticas-Planos-Programas-Projetos). Para um sistema de Gestão e Governança das Águas considera-se as microbacias hidrográficas (MBHs) como aquelas formadas por canais de 1ª ordem à, no máximo, 4ª ordem, com área menor que 100 km² nas quais se evidenciam uma maior vulnerabilidade ao risco climático frente aos eventos extremos

que resultam em movimentos de massa, inundações e incêndios. Em contrapartida, nos canais de 1ª ordem, onde se localizam as nascentes, evidenciam-se o seu potencial hidrológico como MBHs produtora de água de boa qualidade (TEODORO et al, 2007; COSTA et al, 2017). Para a caracterização das vulnerabilidades e potencialidades das MBHs foram realizadas análises morfométricas, morfológicas e hierarquização fluvial a partir da obtenção dos seguintes parâmetros: Área, Perímetro, Fator de Forma, Coeficiente de Compacidade, Índice de Circularidade, Densidade Hidrográfica, Declividade do Leito ou Alveo do Curso d'água principal, altitude, amplitude altimétrica, ordens do curso d'água, densidade de drenagem, índice de sinuosidade, radiação solar, plano e perfil de curvatura, orientação das vertentes (CHRISTOFOLETTI, 1980; TONELLO, 2005; CARDOSO et al., 2006; TEODORO et al., 2007; SILVEIRA; SAPIENZA, 2007).

RESULTADOS

Campanhas e estudos foram realizados em 8 microbacias localizadas na cidade de Teresópolis. Os rios Meudon, São Pedro, Fischer, Ermitage, Quebra-Frascos, Príncipe e Soberbo são micro-bacias urbanas. Vale do Lucios, microbacia rural. Na primeira etapa das pesquisas foram coletados dados primários e secundários para caracterização das vulnerabilidades e potencialidades das microbacias. Dados secundários foram obtidos em bases públicas, como relatórios, planos de manejo e estatísticas.

Abordagens não-invasivas foram realizadas em pesquisas de campo para reconhecer o estado atual das dos principais cursos de rios, observando o uso da água e da terra, limites das áreas protegidas e de preservação permanente propostas pela legislação ambiental e registrando cada local através do uso do GPS. Os parâmetros de delimitação e morfometria foram obtidos através de softwares de geoprocessamento.

Para a delimitação das áreas de microbacias e rede de drenagem, foram utilizados dados topográficos na escala 1: 25.000 (IBGE, 2016). Os parâmetros morfométricos foram baseados nos métodos propostos por Schumm (1956), Strahler (1957), Christofolletti (1969; 1980), Mansikkaniemi (1970), Villela e Mattos (1975), Tonello (2005), Cardoso et al. (2006) e Junior (2016). As áreas obtidas de cada MBH estão listadas na Tabela 1 que apresenta os dados preliminares destas microbacias hidrográficas com relação as suas áreas e as referências dos estudos.

Tabela 1: MBHs de Teresópolis -RJ

MBHS	Área (km ²)	Referências
Meudon	7,864	Silveira, 2017; Gonçalves, 2018
São Pedro	1,24	Silva, 2017
Fischer	11,63	Correa, 2017
Ermitage	4,95	Vale, 2017
Soberbo	30,34	Carneiro, 2018
Quebra-Frascos	10,817	Ribeiro e Silva, 2018; Yoshikawa, 2016
Vale dos Lúcios	12,15	Costa, 2016
Príncipe	12,17	Bernardino, 2015

Entre os principais impactos socioambientais e ecológicos observados em microbacias hidrográficas localizadas na região serrana fluminense encontram-se:

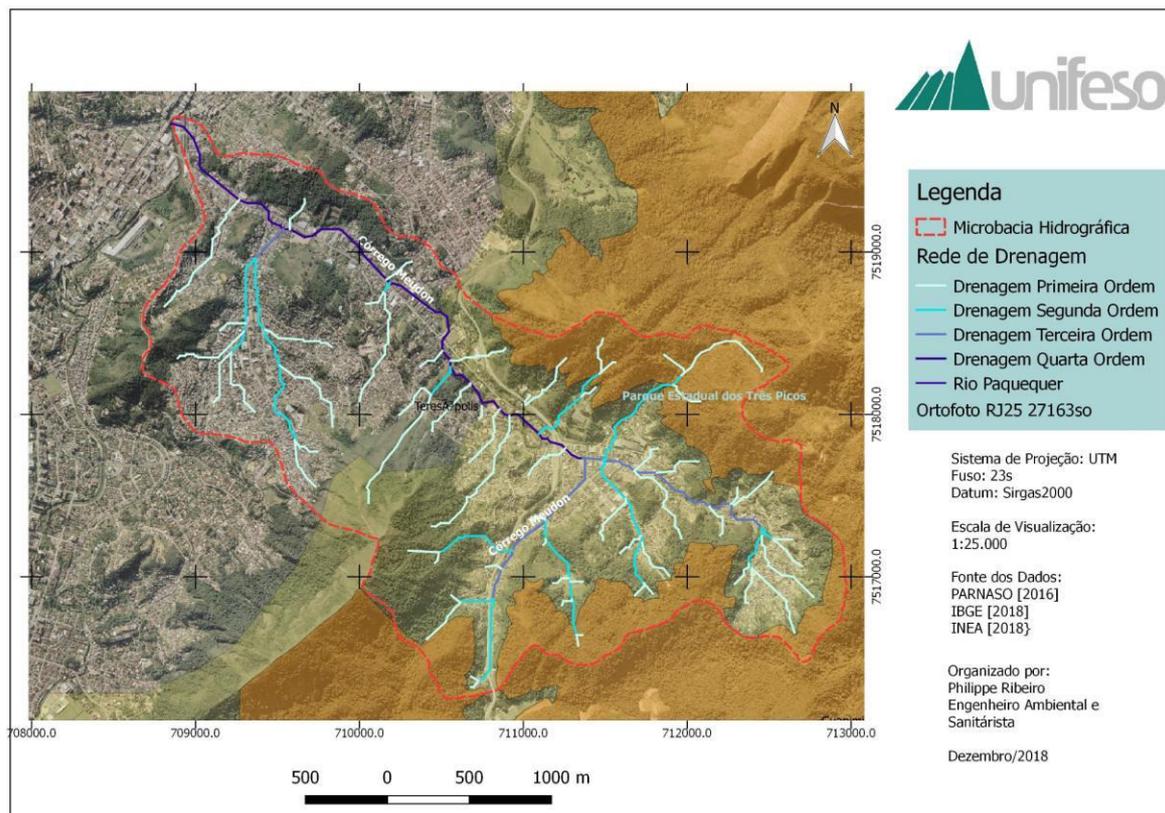
- Captação de água para o consumo humano em nascentes de forma inadequada;
- Uso de agrotóxicos na produção agrícola;
- Lançamento de esgoto doméstico no rio;
- Lançamento de efluentes industriais diretamente no rio sem tratamento
- Moradias precárias localizadas em áreas de risco;
- Modificação dos cursos d'água;

- Áreas degradadas em áreas de preservação permanente como no entorno de nascentes e margem dos rios

A importância da abordagem em microbacias hidrográficas para a concepção de Sistemas de Gestão e Governança das Águas em microbacias hidrográficas, é exemplificada com as MBHs Rio Meudon e do Vale dos Lucios.

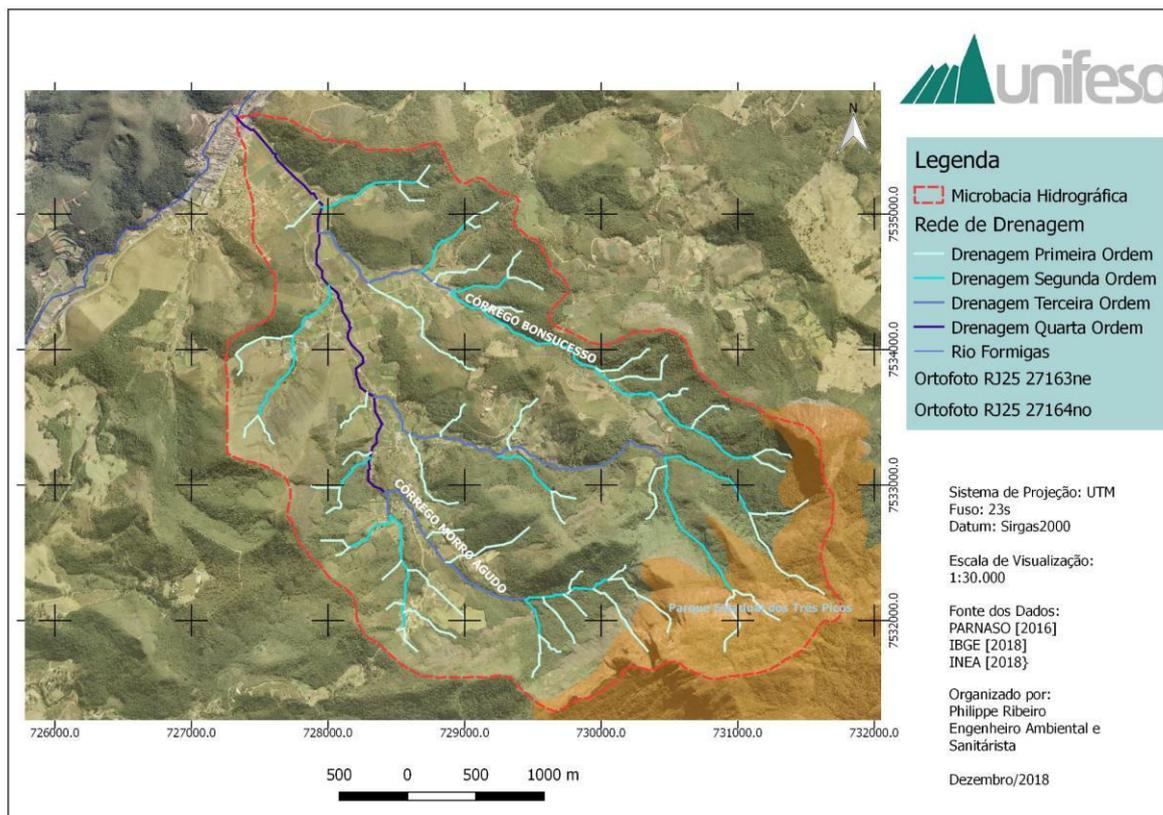
A Microbacia do Rio Meudon está inserida na zona urbano-industrial, na sub-bacia do Paquequer, com uma população de 11.025 habitantes, uma média de 3.675 domicílios (IBGE, 2010). Neste MBH há quatro aglomerações urbanas precárias em infra-estrutura de saneamento básico e áreas de risco: Jardim Meudon, Vale da Revolta, Durvalino, Coreia e o bairro mais densamente povoado de Teresópolis, São Pedro (Figura 1).

Figura 1: MBH do Rio Meudon



A MBH do Vale da Lucios está inserida na zona rural, na sub-bacia do Rio Preto, com uma população de 16.340 habitantes, residindo em 6.067 domicílios (IBGE, 2010). Este MW faz parte do Cinturão Verde do Estado do Rio de Janeiro como produtor hortícola (Figura 2).

Figura 2: MBH do Vale dos Lucios



CONCLUSÕES

Estas estão totalmente inseridas na Região Hidrográfica Piabanha e sub-bacias do Paquequer e Preto, formadores do rio Paraíba do Sul e que detêm os melhores percentuais de cobertura florestal. Localizadas na Zona de Amortecimento do Parque Estadual dos Três Picos, em ambas microbasias ocorreram deslizamentos durante as chuvas de 2011 e 2012 e são responsáveis pelo sistema de abastecimento de água do município de Teresópolis. A MBH urbana do rio Meudon, por conta do seu histórico em deslizamentos, inundações e mortes, é considerada Unidade Hidrológica Estratégica pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. A MBH rural do Vale dos Lucios integra um conjunto de MBHs que são responsáveis pela maior produção de olerícolas do Estado do Rio de Janeiro, sendo o uso de agrotóxicos e técnicas agrícolas aspectos responsáveis pela degradação e contaminação do sistema ar-água-solo e comprometimento da saúde dos trabalhadores e moradores locais. A elaboração de análises morfométricas e morfológicas de MBHs podem vir a auxiliar a formulação de projetos que visem adotar abordagens e técnicas participativas e inclusivas, como a Cartografia Social, na tomada de decisão pelas comunidades locais.

AGRADECIMENTOS

Para a composição desta síntese, que não se esgota, agradecemos ao Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO) por ter contemplado com bolsas de pesquisa no âmbito do seu PICPq - Plano de Iniciação Científica e Pesquisa.

Ao ICMBIO-CNPq através do Chamada CNPq/ICMBio/FAPs nº18/2017 Pesquisa em Unidades de Conservação da Caatinga e Mata Atlântica através do qual desenvolvemos pesquisa no Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

Ao Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ.** Revista *Árvore*, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Revista Geomorfologia**, Campinas, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher / EDUSP, 1980. 150 p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-e-mapas/bases-cartograficascontnuas.html>>. Acesso em: 10 de Out. de 2017.

IYNGARARASAN, Mylvakanam; TIANCHI, Li; SHRESTHA, Surendra; WATANABE, Teiji. The challenges of mountain environments: Water, natural resources, hazards, desertification, and the implications of climate change. In: Key issues for mounstain areas. United Nations University; 2004. p.18-37. ISBN: 92 -808-1102-9.

JÚNIOR, A.R.B..Elementos de Hidrologia Aplicada. Bacia Hidrográfica. Disponível em:

<http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~antenorrodrigues/12_Bacia%20hidrografica.pdf

f>. Acesso em: 23 de Jun. de 2016

MARENGO, J.A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI . Brasília: MMA, 2006.

PRICE, Martin F. P. Introduction: Sustainable mountain development from Rio to Bishkek and beyond. In: Key issues for mounstain areas. United Nations University; 2004. p.1-17. ISBN: 92 -808-1102-9.

MARTINELLI, Gustavo. Mountain biodiversity in Brazil. Revista Brasileira de Botânica, v.30, p. 587-597, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v30n4/04.pdf>>. ISSN: 0100-8404.

PRICE, Martin F. P.; JANSKY, Libor F.; IASTENIA, Andrei A. Key issues for mountain areas. United Nations University, 287p. ISBN: <92-8 08- 110 2-9.

SALATI, E.; SANTOS, A. A.; KLABIN, I. Temas Ambientais Relevantes. Estud. av., São Paulo, v.20, n.56, p.107-127, Abril 2006 Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ea/v20n56/28630.pdf>>MANSIKKANIEMI, H. 1970. **The sinuosity of rivers in northern Finland:** Publicationes Instituti Geographici Universitatis Turkuensis, 52 :16-32.

STRAHLER AN. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans Am Geophys Union n.38, p.913–920, 1957.

TERESÓPOLIS. Câmara Municipal. Lei Complementar Municipal nº 079, de 20 de Outubro de 2006. **Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Teresópolis e da outras providências**. 2006.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

GERENCIAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS - ESTUDOS DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUAÇU NO MUNICÍPIO DE NOVA IGUAÇU

Watershed management - Case study of the river basin of the Iguaçu River in Nova Iguaçu municipality

Alexandre Silva de Miranda
Mestrando –UEZO Mestrado em Ciência e
Tecnologia Ambientais
alexandre2155@gmail.com

Resumo

O crescimento urbano das grandes cidades que podemos verificar nas últimas décadas tem posto em alerta a temática da preservação ambiental dos corpos hídricos, como é o caso da Bacia da Baía de Guanabara, com elevado processo de poluição e deterioração. As mazelas ambientais nesta região, dentre outros problemas, comprometem a qualidade de vida dos seus habitantes, efeito este que pode ser constatado pelos parâmetros ambientais apresentados. Esse artigo consiste na regularização de informações sobre as principais intervenções realizadas na Bacia do rio Iguaçu, bem como na sua análise à luz da educação ambiental, visando contribuir para uma gestão integrada a ser implantada nesta bacia. Sugere-se para minimização dos impactos ambientais uma gradativa busca às condições originais da bacia, nos locais em que isso for possível, respeitando-se e valorizando os aspectos naturais das calhas dos afluentes, evitando a ocupação das matas ciliares. Faz-se necessário, pelas instâncias governamentais, o melhor emprego dos recursos financeiros, além do cumprimento da legislação ambiental, do disciplinamento do uso/ocupação do solo, valorizando-se os aspectos naturais da bacia hidrográfica buscando a sustentabilidade ambiental, sendo fundamental a construção de um plano de gerenciamento integrado da bacia e o monitoramento participativo da comunidade envolvida nesse processo.

Palavras-chave: Recursos hídricos; gerenciamento de bacias hidrográficas; bacia hidrográfica do rio Iguaçu; educação ambiental; recuperação de bacias hidrográficas urbanas.

Abstract

Urban growth of large cities that we can see in recent decades has put on alert the theme of environmental protection of water bodies, such as the Basin of the Bay of Guanabara, with high process pollution and deterioration. Environmental ills in the region, among other problems, compromise the quality of life of its inhabitants, an effect which can be determined by environmental parameters presented. This article is to regularize information on the major interventions in the Iguaçu River Basin, as well as in its analysis in the light of environmental education, to contribute to an integrated management to be implemented in this basin. It is suggested to minimize the environmental impacts a gradual search to the original conditions of the basin, in places where this is possible, respecting and valuing the natural aspects of the gutters of tributaries, avoiding the occupation of riparian forests. It is necessary, by government bodies, the best use of financial resources, in addition to compliance with environmental legislation, the disciplining of use / land use, valuing the natural aspects of the river basin seeking environmental sustainability, it is essential to building an integrated management plan for the basin and participatory monitoring of the community involved in this process.

Key-words: Water resources; watershed management; basin of the Iguaçu River; environmental education; recovery of urban watersheds.

INTRODUÇÃO

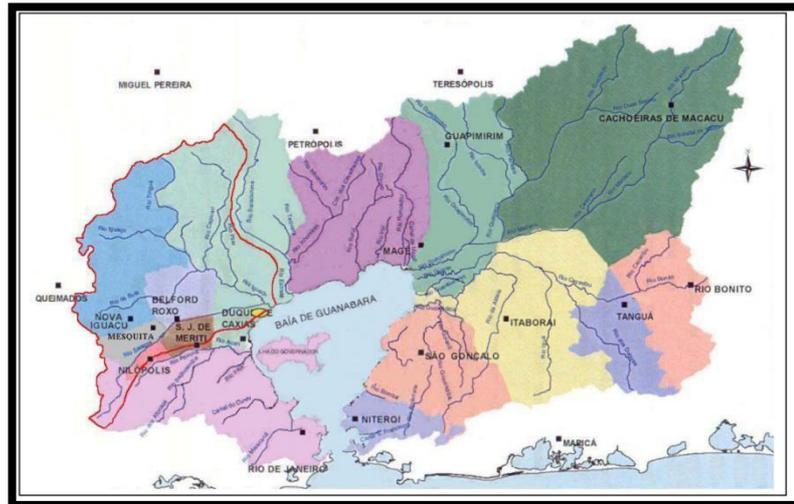
O problema da poluição ambiental urbana já não se restringe apenas à qualidade do ar que respiramos e da água em nossas torneiras. A maioria daqueles que habitam o estado do Rio de Janeiro não sabem os prazeres que os corpos d'água como a baía de Guanabara um dia já proporcionou. É enganoso pensar que o tratamento das águas residuais levará a uma despoluição das áreas contaminadas. A deposição atmosférica, os resíduos sólidos, o esgoto pluvial e o lodo decantado continuarão presentes durante um longo período. Algumas das cidades nos EUA e países desenvolvidos, que obtiveram êxito na coleta e tratamento das águas residuais, segundo novos levantamentos, têm mostrado que as fontes de poluição difusa passaram a ser as maiores causadoras de degradação da qualidade das águas superficiais (DRISCOLL *et al.* 1990, EPA 1983).

Este artigo irá mostrar uma avaliação quantitativa da poluição gerada pela população que reside ao entorno do rio Iguaçu realizando assim um trabalho de coleta e avaliação da qualidade da água do rio, onde será verificada a questão do saneamento básico, a degradação qualitativa da água, contribuindo assim para o desenvolvimento prático de um trabalho de educação ambiental detalhado e funcional com os moradores que residem ao entorno do recorte utilizado nessa pesquisa, onde será abordado questões como o manejo inadequado dos rejeitos domésticos e industriais *in natura* neste recurso hídrico tão importante para os moradores da região.

O problema da poluição ambiental urbana já não se restringe apenas à qualidade do ar que respiramos e da água em nossas torneiras. A maioria daqueles que habitam o estado do Rio de Janeiro não sabem os prazeres que os corpos d'água como a baía de Guanabara um dia já proporcionou.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SÓCIO ECONÔMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUAÇU-SARAPUÍ

A bacia do rio Iguaçu-SarapuÍ tem uma área de drenagem que mede 726 Km², dos quais 168 Km² representam a sub- bacia do SarapuÍ e 558 Km² a do Iguaçu. Esta bacia abriga parte dos Municípios do Rio de Janeiro, Nilópolis, Mesquita, São João de Meriti, Nova Iguaçu, Belford Roxo e Duque de Caxias, todos inseridos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, conforme demonstra a figura 6. O município de Mesquita, apesar de ter sido desmembrado de Nova Iguaçu no ano de 1999, só foi instalado em 2001, ou seja, um ano após o último censo do IBGE. Por esta razão, na maioria das tabelas são usados os dados mais amplamente divulgados, os do Censo de 2000, que tratam do município de Nova Iguaçu ainda englobando o de Mesquita. Também por este motivo, dependendo do ano da base de dados utilizada para confecção dos mapas, os mesmos apresentam ou não Mesquita já estabelecido como município.



Delimitação da Bacia Hidrográfica Iguaçu-Sarapuí

A bacia do rio Iguaçu-Sarapuí limita-se ao norte com a bacia do rio Paraíba do Sul, ao sul com a bacia dos rios Pavuna/Meriti, a leste com a bacia dos rios Inhomirim /Estrela e a oeste com a bacia do Rio Guandu e afluentes da baía de Sepetiba (INSTITUTO BAIÁ DE GUANABARA – IBG, 2004). O rio Iguaçu tem suas nascentes na serra do Tinguá, a uma altitude de cerca de 1000m.

Possui uma extensão de aproximadamente 43 km e deságua na Baía de Guanabara. Seus principais afluentes são os rios: Tinguá, Pati e Capivari pela margem esquerda e Botas e Sarapuí, pela margem direita (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1996). O relevo da bacia se caracteriza principalmente por duas unidades: a serra do Mar, onde se encontra o ponto culminante da bacia, o pico do Tinguá, (1600m), e a Baixada Fluminense. O clima é quente e úmido, com estação chuvosa no verão, temperatura média em torno de 22°C e precipitação média anual em torno de 1700 mm (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1996) .

As perdas de terras por erosão representam significativas perdas de fertilidade dos solos acarretando diminuição na capacidade de produzir alimentos, aumento dos custos com adubos químicos e corretivos de acidez para compensar as perdas pela degradação. Pode-se citar também os impactos negativos sobre os cursos d'água, pela grande quantidade de sedimentos carreados por erosão, causando assoreamento do leito dos rios, aumento da carga de nutrientes e desequilíbrio das interações da cadeia alimentar aquática gerando enfim diminuição acelerada da qualidade das águas, das terras e, conseqüentemente, perda de qualidade de vida. No desenvolvimento de áreas urbanas, quando não há controle da erosão, a produção de sedimentos pode chegar à cerca de 380 toneladas por hectare (SERLA, 1996).

Em áreas urbanas, a erosão é resultante de diversos fatores, além dos naturais que são clima, tipo de solo, declividade do terreno e manejo da terra, outros tais como: traçado inadequado do sistema viário; falta de pavimentação, guias e sarjetas; deficiência dos sistemas de drenagem das águas pluviais e servidas; e expansão urbana descontrolada, com loteamentos em locais impróprios. Os efeitos são os mais variados e bastante extensivos. Dentre os danos comuns podemos citar os transtornos no tráfego das ruas, inundações por assoreamento de canais mal dimensionados ou sem manutenção, desvalorização imobiliária, perda de qualidade de vida e, muitas vezes, perdas materiais e humanas significativas.

Na bacia do Iguazu-Sarapuá, excluindo-se as áreas de florestas das serras do Tinguá e de Madureira, a bacia sofre processos erosivos significativos, tanto nas áreas rurais como urbanas. Em mais de 400 anos de ocupação, com sucessivos desmatamentos, uso agropastoril intensivo com técnicas de cultivo inadequadas, expansão urbana desordenada, cortes de morros para aterros e estradas e exploração mineral, dentre outros usos.

Estes fatores são agravados por uma estrutura administrativa fragmentada, incapaz de articular as ações integradas no âmbito municipal ou estadual, concorrendo para a diminuição da qualidade de vida dos habitantes da região.

As prefeituras, responsáveis pela gestão do uso do solo e pela implantação e manutenção da infraestrutura urbana de seus municípios, carecem de mecanismos, recursos humanos e materiais para levar a cabo suas atribuições. Os órgãos estaduais, afetados por fortes carências de recursos humanos, técnicos e financeiros, responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, desenvolvem ações isoladas e demonstram dificuldades em articular ações conjuntas.

A ocupação na bacia concentrou-se na planície, nas áreas mais próximas às vias de acesso (rodovias e ferrovias) à metrópole, em terrenos planos, muitas vezes sujeitos a inundações periódicas. Em uma incursão pela área fica nítida a falta de planejamento, de adoção de critérios urbanísticos adequados e o desrespeito às normas e leis de parcelamento do solo. Muitos loteamentos foram implantados sem atendimento às normas técnicas e sem a infra-estrutura urbana necessária. Moradias situadas nas faixas de servidão de cursos d'água e nas estruturas de controle de cheias devem ser realocadas. As áreas destinadas para reassentamentos devem estar o mais próximo possível dos locais de origem das populações realocadas e outros critérios também devem ser considerados, tais como: condições de suporte geotécnico do terreno - esse aspecto tem grande influência no custo de execução de aterros; condições topográficas que favoreçam a implantação de micro drenagem, pavimentação e esgotamento sanitário; e a proximidade de infraestrutura urbana preexistente, como transportes, eletrificação, água e esgoto e serviços de saúde. (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1996).

Um zoneamento de usos na bacia é uma medida fundamental para o desenvolvimento da região (implantação de estradas, indústrias, expansão urbana). Ações isoladas e desintegradas do contexto dos problemas na bacia hidrográfica são de pouca eficácia para o controle das inundações. De pouco adiantará, por exemplo, o município de Caxias realizar obras de drenagem, saneamento, reflorestamento no trecho da bacia que lhe pertence, se os municípios do trecho à montante continuarem lançando resíduos e sedimentos nos corpos d'água. Todas as ações de gestão de Recursos Hídricos somente terão eficácia se implantadas de acordo com um zoneamento ecológico-econômico para toda a bacia, articulado com as leis, planos e programas dos municípios pertencentes à mesma.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Da literatura técnica e das discussões com muitas organizações, está claro que muita confusão e falta de esclarecimento ainda persistem sobre as razões para coletar dados da qualidade de água. Em alguns casos, uma necessidade forte para um programa da qualidade de água é expressa, com pouca definição de finalidades e de objetivos do programa, exceto uma noção vaga de "saber a qualidade". Mais a mais, alguns programas de levantamento de dados bem projetados, quando baseados na aproximação usual de monitoramento padrões falham em não incluir recursos e projetos específicos para interpretar e analisar os dados coletados, RICKERT (1991).

A falta de objetivos claros, e como consegui-los, resulta que em muitos órgãos governamentais ou privados são gastos recursos financeiros limitados em:

- (a) coletando dados da qualidade de água que tem pouco ou nenhum significado em termos das possíveis fontes poluentes;
- (b) emitindo relatórios que consistem meramente em tabelas contendo dados "crus" com quase nenhuma interpretação;
- (c) em projetos que prestam pouca ou quase nenhuma atenção à representatividade dos dados produzidos;

Conforme será mostrado na tabela 1, são quatro principais razões para coletar dado sobre a qualidade da água. Elas devem fornecer informações para:

- (a) alcançar objetivos sociais;
- (b) dar suporte a análise de decisão regulatória;
- (c) definir problemas emergentes ou existentes da qualidade da água;
- (d) permitir o avanço da compreensão científica. Estes quatro itens são listados propositadamente nesta ordem, porque a sequência deve fluir em ambos os sentidos para que os objetivos sociais sejam atendidos.

Tabela 1

Atingir Metas Sociais	Subsidiar o Sistema de Análise de Decisões sobre Outorgas de Uso	Definir Problemas Emergentes ou Existentes de Qualidade da Água	Avançar no Desenvolvimento Científico e Tecnológico
1. Proteger a Vida Aquática <ul style="list-style-type: none"> • Qualidade Suficiente • Qualidade Adequada 	1. Desenvolver e melhorar o planejamento, gerenciamento e outorga de usos dos recursos hídricos.	1. Temperatura 2. Erosão/ Assoreamento	1. Definir as condições naturais de Q.A. (Background)
2. Proteger à Saúde Humana <ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento Público • Recreação e Lazer 	2. Alocação de Recursos financeiros entre os diferentes problemas e programas de Q.A.	3. Salinização 4. Qualidade Sanitária	2. Definir o Status atual das condições de Q.A
3. Proteger outras classes de Usos <ul style="list-style-type: none"> • Agricultura • Indústria • Estética 	3. Estabelecer diretrizes, padrões e critérios para os efluentes e manutenção dos usos da água.	5. Resíduos Orgânicos Biodegradáveis 6. Eutrofização	3. Definir mudanças ou tendências na Q.A.
	4. Garantir o cumprimento das diretrizes, a obediência aos padrões e critérios estabelecidos para cada tipo de efluente e uso específico do solo.	7. Acidificação 8. Compostos Tóxicos	4. Identificar e avaliar as causas dos problemas de Q.A. <ul style="list-style-type: none"> • Naturais • Antrópicas
	5. Delimitar a eficiência geral do problema.	9. Nitrato	5. Descobrir o fluxo, taxase fatores que regem o controle dos processos químicos e biológicos
	6. Determinar a carga de trabalho adicional de controle de poluição	10. Outros	

Razões para coletar dados de qualidade de água (Fonte: RICKERT. 1991)

Ao analisar a tabela 1, podemos observar que ela foi desenvolvida para ajudar as organizações:

- (a) efetuar decisões claras sobre as razões porque estão planejando ou conduzindo programas de qualidade da água;
- (b) indicar claramente os objetivos e metas como uma base para projetar e executar os programas de qualidade da água, que tenham boa probabilidade de sucesso.

O diagrama esquemático sugere que para preencher um conjunto tão complexo de necessidades de informação, irá requerer um processo que integre aproximações múltiplas, melhor que confiar meramente na aproximação padrão de estação fixa, amostragem fixa do intervalo do tempo. O processo integrado de aproximações múltiplas é a *avaliação da qualidade de água* (AQA), e a finalidade imediata é avançar na compreensão científica da qualidade da água. Infelizmente, a maioria das fontes de informação que citam as finalidades e os objetivos de programas de qualidade da água fornece somente uma parte deste retrato, com as razões específicas misturadas entre as diversas categorias. Alguns destes objetivos de monitoramento podem estar amarrados a razões específicas dentro das quatro categorias mencionadas, visto que outros são amplos ou confusos e parecem ter significado claro, mas de fato, possam ser definidos de forma muito diferente pelas diversas organizações.

O estudo de caso foi organizado da seguinte maneira: foram realizadas um total de 20 coletas de campo onde foram demarcados três pontos do rio “Iguassú”: (P1- ponto um que está localizada na parte da nascente do rio, P2- ponto dois que situa-se na parte intermediária do rio e o P3-ponto três, trata-se do limite do município de Nova Iguaçu com Duque de Caxias. Foram estipulados alguns parâmetros para a realização da aferição da qualidade da água do rio, dos quais são: análise de macroinvertebrados que são considerados bioindicadores da qualidade da água, análise físico-química da água que atesta quais componentes estão presentes no material coletado, vazão do rio que é o volume de água do rio e análise ambiental que avalia a condição ecológica do rio e seu entorno.

Os parâmetros para aferir a qualidade da água e do grau de poluentes nela contida são: Parâmetros Gerais- Condições climáticas, Oxigênio dissolvido, Ph, Temperatura da Água, Temperatura do ar, DBO; Parâmetros Inorgânicos - Fósforo e Amônia. Cada ponto de coleta foi feito a coleta específica utilizando os parâmetros a serem observados nas laudas anteriores. A partir dos resultados coletados, foram elaborados gráficos que colaboram para uma melhor compreensão do estudo de caso.

Após a pesquisa de campo os dados foram analisados no laboratório de macroinvertebrados da entidade ambientalista Onda Verde, na qual realizo trabalhos acadêmicos envolvendo recursos hídricos, e a outra parte no laboratório de análise físico-químico da mesma entidade. As coletas de campo foram realizadas durante o ano de 2014 e até o corrente ano 2015, sempre realizadas no início de uma estação do ano e ao seu final. As fotos abaixo nos permite ter uma melhor dimensão ao estudo de caso referido.



Procedimentos de campo e análise laboratorial

Basicamente, o monitoramento da água do rio “Iguassú” é realizado a partir de quatro formas de análise:

- Físico-químicas e bacteriológicas da água;
- Biológicas, utilizando os macroinvertebrados como Bioindicadores;

- Vazão, que é o volume de água do rio;
- Ambiental, que avalia a condição ecológica do rio e seu entorno;

As análises físico-químicas foram realizadas através de coletas de amostras de água em campo e análise. São observados os seguintes parâmetros: temperatura da água, turbidez, pH, cloretos, oxigênio dissolvido, dureza, amônia e ortofosfato. Na imagem abaixo pode-se observar a análise físico-química da qualidade da água do rio “Iguassú”, onde são analisadas amostras dos pontos 1,2 e 3.



Para complementar as análises físico-químicas foi feito o monitoramento biológico ou biomonitoramento. Esta análise permite registrar um período maior do que apenas uma ‘fotografia’, funcionando com um ‘filme’. Os animais e plantas que vivem nas águas funcionam como indicadores das condições do rio 24 horas por dia. Assim, se houver impacto ambiental, em qualquer horário do dia ou da noite, as espécies aquáticas serão afetadas, podendo ser usadas como indicadores da ocorrência do mesmo.

Nas imagens abaixo se pode verificar como é realizada a análise biológica. Primeiro a coleta nos pontos 1,2 e 3 do rio “Iguassú” e depois as amostras são levada para o laboratório MIB (Macroinvertebrados).

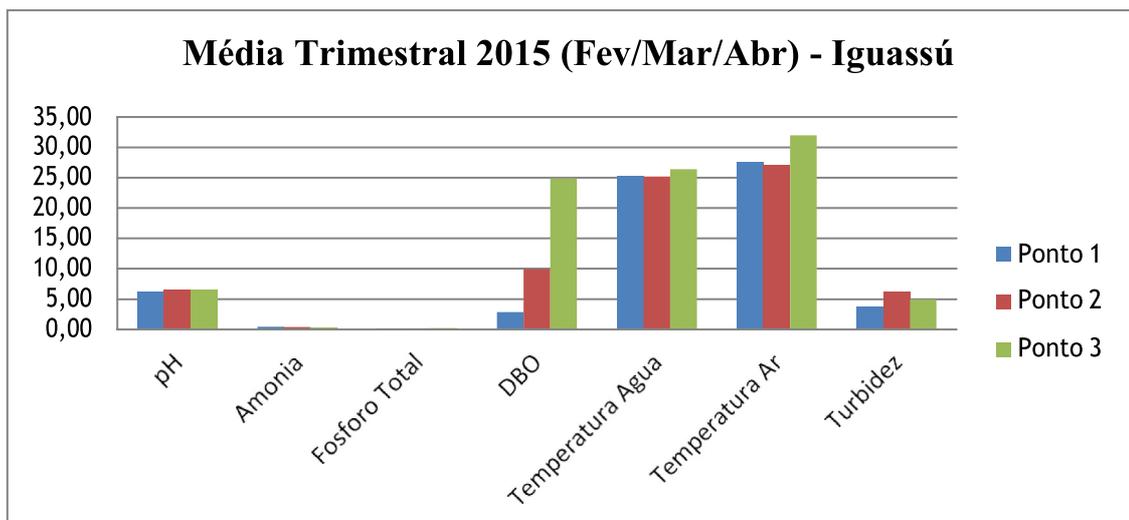
A vazão é a medida estimada do volume de água que passa no rio em um determinado tempo (geralmente medido por mil litros por segundo, ou tecnicamente, m^3/s). É composta por três dimensões, largura média X profundidade média X velocidade média da correnteza.

O rio é mais do que somente a água. Tudo o que cerca um rio influencia na sua qualidade. Nestas análises, avaliamos a condição ecológica do rio e seu entorno através da observação do tipo de sedimento e grau de sedimentação do fundo do rio, da disponibilidade de folhas e pedras para animais aquáticos, do tamanho e condição das matas ciliares entre outros como pode-se observar na imagem abaixo.

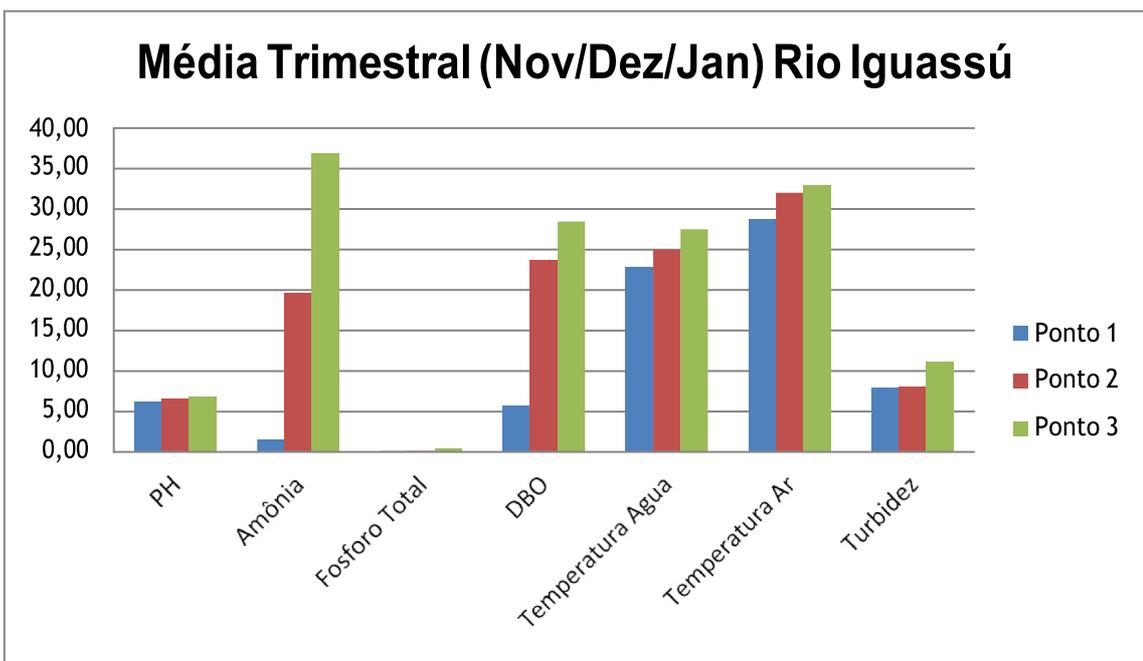
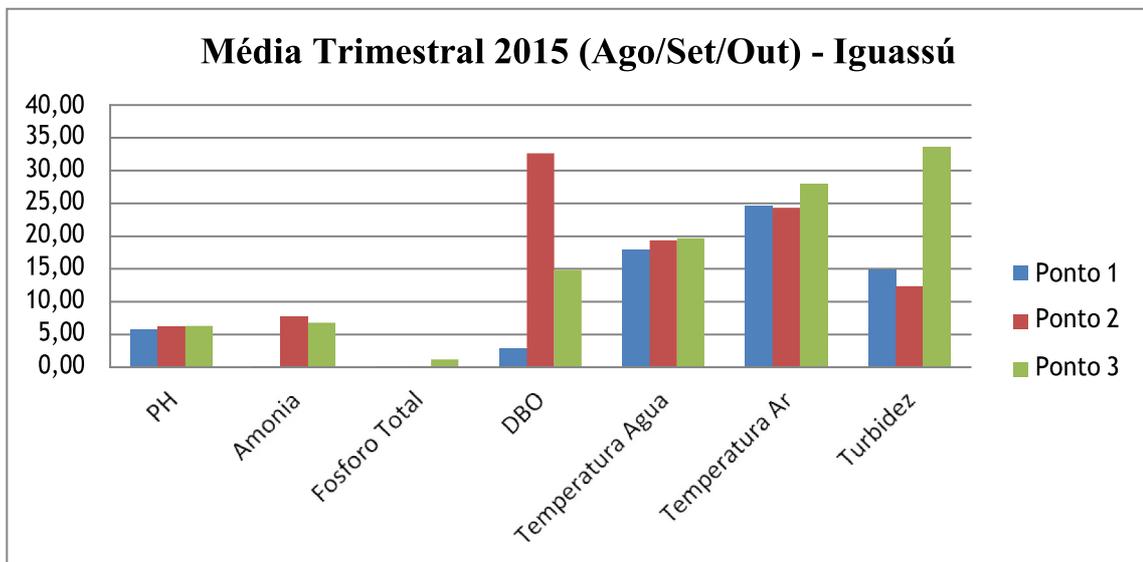
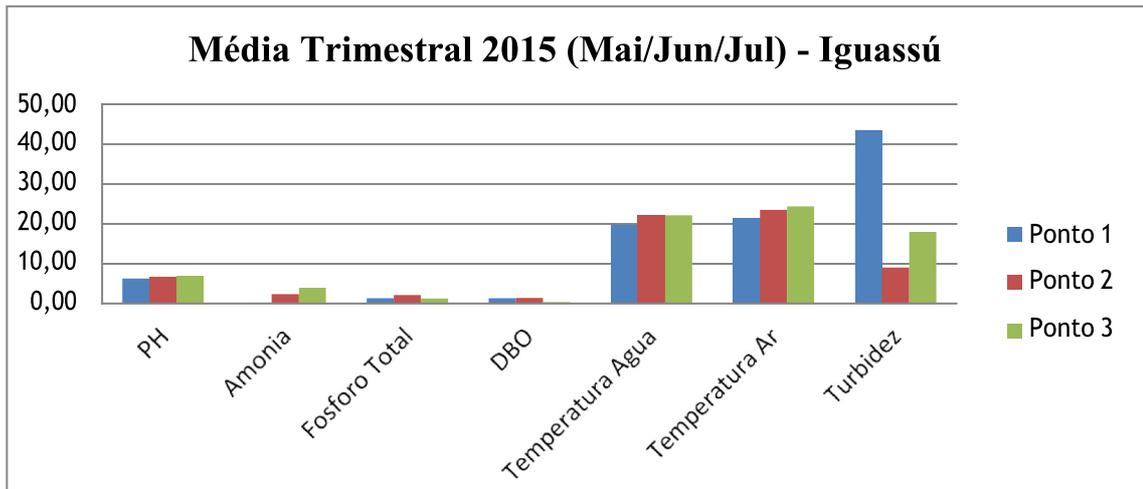




A medida mais eficaz de controle da poluição da água é a implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos e industriais. Com os mesmos, evita-se que despejos brutos sejam lançados nos corpos d'água, poluindo-os. A partir dos dados coletados em campo somados aos dados do laboratório, obtiveram-se os seguintes resultados:



Fonte: Dados obtidos pelo autor



Fonte: Dados obtidos pelo autor

Na falta de sistemas coletivos de esgotamento, têm sido usadas soluções tipo fossa/sumidouro, as quais, embora, algumas vezes, apresentem resultados satisfatórios, podem se tornar fontes de poluição de mananciais subterrâneos e superficiais. As soluções coletivas são mais eficazes que as individuais. Ao observar os gráficos que foram elaborados com base nos dados gerados pelo processo de coleta de amostras da água do rio Iguaçú, podemos observar que nos meses referente ao verão, houve um aumento significativo amônia. Fato este que pode ser explicado devido a presença de pequenas e médias propriedades policultoras localizadas na altura do ponto 2 (P2) do rio Iguaçú, onde estas utilizam fertilizantes para melhorar a produção de suas culturas e também no tratamento de piscinas que utilizam esse composto químico para realizar a limpeza das mesmas.

Na implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos, deve-se escolher criteriosamente os corpos receptores para os efluentes tratados, em função de sua capacidade de receber a carga poluidora, bem como da qualidade necessária aos seus usos. O grau de tratamento a ser aplicado aos esgotos dependerá das capacidades de depuração dos corpos d'água receptores. É importante considerar, nessa análise, os pontos de tomadas de água e os fins a que a mesma se destina.

São vários os processos de tratamento, os quais são utilizados em função da composição do esgoto e das características que se desejam para o efluente da estação depuradora, as quais dependem da capacidade do corpo receptor de receber carga poluidora, e dos usos da água a jusante do local de lançamento.

O entendimento das fontes potenciais de poluentes é de fundamental importância quando se estuda os impactos do lançamento dos escoamentos. A acumulação de vários poluentes dentro da área da bacia pode ser atribuída a diversas fontes e os efeitos individuais são de difícil separação. Todavia, o conhecimento qualitativo das prováveis fontes possibilita ao investigador a se concentrar nas áreas problemáticas e avaliar dispositivos de controle que podem ser usados para desviar cargas adversas antes que elas atinjam o sistema de drenagem.

De forma genérica, a poluição das águas decorre da adição de substâncias ou de formas de energia que, diretamente ou indiretamente, alterem as características físicas e químicas do corpo d'água de uma maneira tal, que prejudique a utilização das suas águas para usos benéficos. Torna-se importante ressaltar a existência de duas formas distintas, pelas quais as águas poluídas atingem um determinado corpo receptor: (a) fontes pontuais e (b) fontes não-pontuais ou fontes difusas.

A primeira, denominada fonte ou poluição pontual, refere-se, como o próprio nome esclarece, à poluição decorrente de ações modificadoras localizadas. É o caso, por exemplo, da desembocadura de um rio, de efluentes de uma estação de tratamento de esgotos domésticos ou industriais, ou mesmo, a saída de um tronco coletor de esgotos domésticos sem tratamento, ou ainda a saída no mar de um emissário submarino.

A segunda, denominada poluição difusa, se dá pela ação das águas da chuva ao lavarem e transportarem a poluição nas suas diversas formas espalhada sobre a superfície do terreno (urbano ou rural) para os corpos receptores. A poluição difusa alcança os rios, lagoas, baías, etc., distribuída ao longo das margens, não se concentrando em um único local como é o caso da poluição pontual. A origem da poluição difusa é bastante diversificada, sendo que contribuem: a abrasão e o desgaste das ruas pelos veículos, lixo acumulado nas ruas e calçadas, resíduos orgânicos de pássaros e animais domésticos, atividades de construção, resíduos de combustível, óleos e graxas deixados por veículos, poluentes do ar, etc. Os principais poluentes que são assim carregados são sedimentos, matéria orgânica, bactérias, metais como cobre, zinco, manganês, ferro e chumbo, hidrocarbonetos provenientes do petróleo, tóxicos, como os pesticidas, e os poluentes do

ar que se depositam sobre as superfícies. Eventos de precipitação podem elevar as concentrações de metais tóxicos no corpo receptor até a níveis agudos, ELLIS (1986).

A principal razão de se promover um tratamento das águas pluviais é a redução dos impactos adversos sobre os corpos receptores. O problema da gestão da contaminação de águas no Brasil é recente e os dados estatísticos apontam para uma demanda crescente deste recurso, por exemplo, na Grande São Paulo, por exemplo, 95% das indústrias, hospitais, hotéis e condomínios têm poços de captação subterrânea de água. Não obstante à crescente importância alcançada como fonte de abastecimento público, predomina a abordagem extrativista, com base apenas nas experiências que estão sendo conduzidas em outros países ou regiões, cujas realidades hidrogeológicas, sociais, econômicas e culturais são por vezes muito diferentes.

No limiar do século XXI, a humanidade vem se defrontando com uma série de problemas globais – ambientais, financeiros, econômicos, sociais e de mercado. Neste quadro, as preocupações com o ambiente, em geral, e com a água, em particular, adquirem especial importância, pois as demandas estão se tornando cada vez maiores, sob o impacto do crescimento acelerado da população e do maior uso da água, imposto pelos padrões de conforto e bem-estar da vida moderna. Entretanto, a qualidade da água da Terra – rios, lagos naturais e represas, em particular – dos ecossistemas e da vida, em geral, vem sendo degradada de uma maneira alarmante, e esse processo pode logo ser irreversível, sobretudo nas áreas mais densamente povoadas dos países emergentes, como o Brasil.

Com as crescentes pressões humanas sobre os ambientes naturais, a Educação Ambiental tem se tornado cada vez mais importante como meio de buscar apoio e participação dos diversos segmentos da sociedade para a conservação e melhoria da qualidade de vida. A Educação Ambiental propicia o aumento de conhecimentos, mudanças de valores e o aperfeiçoamento de habilidades, que são condições básicas para que o ser humano assuma atitudes e comportamentos que estejam em harmonia com o meio ambiente.

A preocupação oficial com a necessidade de um trabalho educativo que procurasse sensibilizar as pessoas para as questões ambientais, surgiu em 1972, na Conferência sobre Meio Ambiente Humano, realizado pela ONU, em Estocolmo. A conferência gerou a *Declaração sobre o Meio Ambiente Humano* e teve como objetivo chamar a atenção dos governos para a adoção de novas políticas ambientais, entre elas um Programa de Educação Ambiental, visando a educar o cidadão para a compreensão e o combate à crise ambiental no mundo.

CONCLUSÃO

O mundo enfrenta um rápido aumento do conjunto de desafios à qualidade da água, contudo, ainda existem soluções efetivas que podem ser implementadas. Existem diversas escalas de soluções para os problemas da qualidade da água. A situação da qualidade da água e os regimes regulatórios que protegem esta qualidade variam muito nos diferentes países do mundo. Em regiões que carecem de políticas nacionais específicas ou de fiscalização adequada, sistemas de proteção em nível subnacional ou de bacia hidrográfica podem apresentar alternativa efetiva. Soluções de vizinhança ou domiciliares podem ser especialmente efetivas em lugares onde os serviços municipais de tratamento de água potável e de coleta e tratamento de esgoto inexistem ou não atendem a parcelas significativas da comunidade. Ademais, a demanda comunitária por regulação, fiscalização e incentivos para a melhoria da qualidade da água pode ser útil em todas essas escalas.

Em nível domiciliar, o tratamento efetivo da água potável pode ser de grande importância para melhorar a saúde humana e dos ecossistemas. Quando se trata das discussões relacionadas à qualidade da água, a bacia hidrográfica é considerada a unidade funcional mais importante, pois reúne todas as diferentes fontes, usuários e poluentes. Em cada país, os regulamentos nacionais, os financiamentos, a padronização e o monitoramento podem promover avanços das reformas que devem ser empreendidas localmente. Ao nível internacional, o aumento da atenção dedicada à questão da qualidade da água, o desenvolvimento de diretrizes e normas, bem como a promoção de intercâmbios de lições aprendidas e experiências bem-sucedidas podem servir de apoio a iniciativas locais.

O envolvimento desigual de homens e mulheres em situação de vulnerabilidade tem prejudicado alguns programas e projetos direcionados à garantia da sustentabilidade da gestão de recursos hídricos. As relações de poder muitas vezes deixam as mulheres em posição de desvantagem. A aplicação de uma análise de gênero abrangente ajuda a assegurar o sucesso na definição de legislação, políticas e programas orientados à promoção da melhoria da qualidade da água e à distribuição equitativa de recursos hídricos.

Um dos princípios básicos da Gestão Integrada de Recursos Hídricos é que as mulheres devem ser reconhecidas como atores centrais no fornecimento, na gestão e na proteção da água. Em vista do papel tradicional das mulheres na gestão de recursos hídricos, seus conhecimentos e habilidades devem ser levadas em consideração nos processos de planejamento e execução de ações.

Ações educativas, de conscientização e de proteção para melhorar a qualidade da água são mais bem-sucedidas quando articulam preocupações quanto à qualidade da água, às questões, mais interessam as pessoas; em outras palavras, é importante relacionar o conceito abstrato de qualidade da água com assuntos concretos que realmente atingem as pessoas. O tema de qualidade da água precisa se tornar relevante nas vidas das pessoas. Mudar comportamentos, convencer formuladores de políticas e incitar a mídia a dar cobertura ao tema exige bastante atenção às diversas maneiras em que a qualidade da água intercede com as necessidades e os valores do ser humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DRISCOLL, E .D., SHELLEY, P .E., E.W. STRECKER, 1990, “Pollutant Loadings and Impacts from Storm water Runoff”, Volume III: Analytic al Investigation and Research Report. FHWA-RD-88-008, Federal Highway Administration.

DRISCOLL, E.D., SHELLEY, P.E. STRECKER, E.W., 1990, Pollutant Loadings and Impacts from Highway Storm water Runoff .Analytical Investigation and Research Report, FHWA-RD-88-008, Vol. III.

INSTITUTO BAÍA DE GUANABARA (IBG), 2004, disponível em <http://www.baiadeguanabara.org.br>, acesso em 1/11/2014

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Projetos Especiais, Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas–SERLA, convênio SERLA - COPPE/UFRJ, Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Iguaçu: ênfase: Controle de Inundações, Documento de Projeto, IG – RE – 010 - R0, outubro de 1994

_____, convênio SERLA -COPPE/UFRJ, financiamento CEF/BIRD 2975 - br, projeto PNUD BRA - 93/022, Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Iguaçu -Sarapuí Ênfase: Controle de Inundações, Relatório Final Vol. 1, Rio de Janeiro, 1996.

RICKERT, D.A., 1991, Water Quality Assessment: A New Concept for Measuring The Quality of Surface and Ground Water, Technical Reports in Hydrology and Water Resources No.34, World Meteorological Organization, August, pp. 38 -79.

ELLIS, J.B., 1986, “Pollutional Aspects of Urban Runoff”. In: Urban Runoff Pollution ,Eds. H.J. Marsalek and M. Desbordes, NATA ASI Series, Series G: Ecological Sciences, Vol. 10, Springer-Verlag, Berlin.

O MUSEU E LABORATÓRIO DA VIDA AQUÁTICA – ERA UMA VEZ UM MUSEU NA BAIXADA.

Lemos, Romilda Maria Alves de*
FAETERJ Paracambi
mailromilda@gmail.com

Resumo

Conhecer a vida que existe sob o espelho d'água é ainda um mistério para muitas pessoas. O discurso científico fala em preservação da vida aquática, mas como preservar o que não conhecemos? Para conhecer a fragilidade dos ecossistemas aquáticos é preciso não apenas ver e tocar, mas ser capaz de perceber que inúmeros fatores ambientais (luz, temperatura, oxigênio, pH, sais dissolvidos, entre outros), nem sempre tão perceptíveis, controlam a vida destes seres e são exigências fundamentais para sua sobrevivência, bem como a existência de relações de interdependência entre estes, das quais uma das mais evidentes é a cadeia alimentar. O museu da vida aquática foi concebido para ser um espaço para permitir não somente visualizar e conhecer os organismos e seus ecossistemas, mas também participar diretamente de experiências científicas. Esta vivência foi capaz de levar crianças e adultos a se aproximarem da ciência não apenas como expectadores, mas os colocando como “cientistas”, capazes de tirar suas próprias conclusões a respeito da necessidade de preservação de todo o ecossistema aquático. Também os cientistas puderam se aproximar do público, percebendo suas necessidades e aperfeiçoando a comunicação com o mesmo. Consistiu numa oportunidade para alunos do curso de Gestão Ambiental do Instituto Superior de Tecnologia de Paracambi desenvolverem trabalhos acadêmicos e suas habilidades de comunicação com o público leigo através de exposições, contribuindo com a sua formação acadêmica e divulgando o saber científico. Relatamos e discutimos aqui os passos para a execução de um projeto prático de difusão científica na bacia do Guandu.

Palavras Chave: Vida aquática, ecossistemas aquáticos, museu, pesquisa, difusão científica.

Introdução

A palavra “museu” nos remete a ambientes de visitação às vezes considerados enfadonhos por alguns pelo caráter mais clássico de antigos museus apresentarem seus acervos e conteúdos de forma muito expositiva e “silenciosa”. No entanto a proposta do Museu e Laboratório da Vida Aquática foi criar um ambiente em que exposições mais dinâmicas fossem desenvolvidas, divulgando a ciência que era desenvolvida no laboratório de Limnologia da FAETERJ, voltada ao conhecimento e monitoramento da Bacia Hidrográfica do Guandu. O museu deve proporcionar diferentes possibilidades de ver, já que são muitas as formas de interagir (Valente e Marandino, 2002). Como dito no texto do projeto, o “apagar das luzes” da ciência no Brasil poderia criar uma geração de desinteressados no estudo das ciências, com graves conseqüências para o nosso futuro como nação, que geraria dificuldades cada vez maiores em resolver os problemas e desafios (gravíssimos) deste novo milênio.

Aliado a isso a precariedade da educação formal, em muitos estados brasileiros, refletida nos baixos índices de educação, mostrava bem que as escolas tinham e ainda tem problemas muito básicos a resolver e não dariam conta, a curto e talvez até em médio prazo, de despertarem sozinhas o interesse pela ciência e cultura. Segundo Gouvêa *et al.* (2001), pelo fato de abordarem conteúdos científicos por meio de exposições interativas, educadores e professores da área de ensino de ciências passaram a ver nessas instituições condições para que funcionassem como um suplemento ao ensino promovido nas escolas, estimulando a curiosidade e o comportamento investigativo dos estudantes.

Em função disto, o Instituto Superior de Tecnologia de Paracambi, hoje FAETERJ, situado na baixada fluminense, no sopé da serra do mar, integrante da rede FAETEC, fundação pertencente à secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro, recebendo o incentivo financeiro ao projeto de criação deste museu por parte da FAPERJ, pode iniciar sua jornada rumo à difícil tarefa de educar cidadãos para a ciência, através do entendimento da relevância da água, a substância mais fundamental da biosfera e, sem dúvida, grande provedora da existência da vida em nosso planeta. Podemos definir a missão maior deste museu numa frase: “formar a consciência crítica a respeito da necessidade de conservação dos ambientes aquáticos, da vida neles contida e da importância da preservação dos recursos naturais a eles associados, essenciais à vida humana, uma vez que a água é o grande elo que une cada componente do planeta Terra e sustenta e permeia a vida terrestre”.

Em suma, a água participa em todas as instâncias da vida terrestre, desde as menores células vivas, passando pelos organismos que as compõem, aos ecossistemas que os abrigam. Hidrosfera, atmosfera e litosfera se unem pelo ciclo interminável das águas, que transporta, a curta e longas distâncias, tantos compostos químicos e componentes do meio abiótico e biótico; erode, escava e permeia superfícies aparentemente rígidas; armazena, goteja, dissolve e delinea a escultura básica de nosso planeta que, visto dos céus, parece mesmo uma das maiores obras de arte existente no universo.

A intrincada rede de interações que permite a sobrevivência da vida aquática nestes ambientes está ameaçada por intervenções antrópicas que põe em risco seu frágil equilíbrio ecológico. Esgotos domésticos e industriais, agroquímicos, fertilizantes, metais e outros poluentes são lançados massivamente nos corpos d'água sem que se conheça previamente sua biodiversidade, levando muitas espécies ao desaparecimento. Rocha (2004), tecendo um perfil sobre o conhecimento da biodiversidade em águas doces no Brasil, comenta que esta tem sido pouco estudada e é muito menos conhecida do que a dos ambientes marinhos. Prossegue salientando que não existem informações disponíveis sobre a diversidade de vírus, bactérias e protozoários e pouco se sabe sobre os fungos dulcícolas (414 espécies conhecidas). As algas são um grupo bastante diversificado (10.000 espécies), mas estima-se que possam existir pelo menos o triplo deste número de espécies ainda não descritas; as macrófitas aquáticas (musgos, pteridófitas e as fanerógamas) teriam cerca de 100 espécies conhecidas, apesar de sua ampla ocorrência e variados hábitos, sendo pouco investigadas por não haver especialistas que se dediquem exclusivamente ao seu estudo taxonômico. Há 3154 espécies de invertebrados bentônicos, dos quais alguns grupos são mais estudados (e.g. Rotífera, Gastropoda, Bivalvia, Crustaceae e algumas ordens de Insecta), o que contrasta com outros muito pouco estudados (Nematoda, Nemertina, Gastrotricha, Bryozoa, Ephemeroptera, Trichoptera, Hemiptera, Annelida, Hirudinea, entre outros), havendo previsão de existência de pelo menos 8000 espécies não registradas. A conclusão deste trabalho aponta que menos de 30% da biodiversidade das águas doces brasileiras são conhecidos atualmente, o que é extremamente preocupante face à extrema velocidade com que estes ecossistemas estão sendo devastados.

Objetivos e Finalidade

Nosso objetivo foi dar uma pequena contribuição para os caminhos da ciência em nosso Estado, que tanto sofre com a falta de recursos histórica para a educação e desenvolvimento da ciência. Além disso, nossa preocupação em fornecer um caráter mais permanente para a difusão científica e abrir espaço para a educação não-formal, percebida como uma vocação estudantil de nossa instituição e estimulada pela Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Outros objetivos complementares que foram se delineando, a partir dos mais básicos, seriam ainda: a criação um espaço para interação entre alunos/professores/pesquisadores e a sociedade,

Nosso contexto como instituição que trabalha formando gestores ambientais, que vêm se inserindo no mercado de trabalho em variados setores como secretarias de meio ambiente, empresas grandes e pequenas, ONG's, instituições de ensino e órgãos públicos diversificados da região (Vale do Café e Baixada Fluminense) nos incentivou a criar este novo espaço de aprendizado, voltado à educação não formal em ciências e à educação ambiental, percebida como uma grande carência da região. Mais ainda; o contexto espacial nos colocava numa região estratégica em termos de suprimento de água para abastecimento da população da região metropolitana do Rio de Janeiro (nove milhões de consumidores destas águas) e de importantes atividades humanas (indústria, turismo, comércio): a bacia hidrográfica do Guandu, cujo suprimento de água em grande parte, hoje, depende da transposição realizada da bacia do rio Paraíba do Sul. Ambas as bacias apresentavam cidades com sérios problemas de saneamento e outras intervenções antrópicas que vinham degradando de forma crescente os recursos aquáticos.

Outra finalidade do projeto consistiu em dar visibilidade institucional, desenvolvendo e demonstrando nosso potencial junto à população, localmente e regionalmente, auxiliando na criação de uma base educacional capaz de, aos poucos, ir modificando a realidade local e ajudando a solucionar os problemas aí existentes (cidades que lançavam seus resíduos em lixões, nas proximidades de rios; moradores que arremessavam lixo diretamente em rios do entorno; esgotos sendo despejados *in natura* nos córregos “desnaturalizados”, reduzidos a canais de escoamento de esgotos a céu aberto, como hoje ainda vemos). Descortinou-se aí mais um de nossos objetivos: complementar o ensino formal, oferecendo oportunidades de diferentes formas de aprendizado e vivências educativas para inúmeras escolas dentro da Bacia Hidrográfica do Guandu (e área de influência da transposição de águas Paraíba-Guandu), na tentativa de mudar este quadro ambiental negativo.

Metodologia

O projeto estimulou a realização de trabalhos de conclusão de curso de nossa instituição sobre as temáticas que envolvem a água doce e as bacias hidrográficas. Havia a necessidade de um espaço para pesquisas em ecossistemas aquáticos da região, dentro das bacias citadas, pois era preciso mostrar à população, em bases realísticas, o grau de degradação de suas águas e as implicações desta baixa qualidade ambiental para a sua vida. A divulgação científica agiria aqui, muito eficazmente, diminuindo as distâncias entre quem constrói a ciência (pesquisadores) e a sociedade, para que esta pudesse entender sua importância e valor (essencial à perpetuação da ciência). Em contrapartida, isto possibilitaria aos cientistas compreender os verdadeiros anseios da comunidade quanto à melhoria da qualidade de vida. Essas temáticas eram levadas sob a forma de exposições fixas e itinerantes, em eventos institucionais, eventos regionais e escolas do município de Paracambi.

A educação científica permitiria também sedimentar conhecimentos e preparar nossos alunos para os desafios da profissão (planejamento, desenvolvimento de abordagens, estratégias, interlocução, discurso etc.), que através de exposições oferecidas ao público local criaram uma corrente propagadora da ciência, desdobrando-a em atividades simples e esclarecedoras. Foram planejadas exposições diversas utilizando-se recursos como experimentos, coleções e aquários com organismos vivos, maquetes, banner, e outros recursos destinados à divulgação da ciência. Também foram programados três cursos para a formação de “comunicadores em ciência” ou “mediadores”, desenvolvendo os conhecimentos e as habilidades necessárias para tal por meio de capacitação e a criação de oportunidades para o aprendizado de alunos dos cursos oferecidos pela instituição (gestão ambiental e sistemas de informação).

Resultados e Discussão

A etapa inicial do projeto envolveu a construção de um espaço para exposições e a formação dos mediadores. Os cursos de formação de mediadores foram realizados em três etapas, chamadas módulos. O primeiro módulo realizou-se de 22 a 26 de setembro de 2008 (Figura 1 e 2), com 30 horas de duração. O segundo módulo realizou-se de 17 a 19 de novembro de 2008 (Figura 3 e 4), com duração de 16 horas. O terceiro módulo foi realizado de 31 de março a 04 de abril (Figuras 5 e 6), com duração de 20 horas. A formação continuada de “mediadores em ciência” destinou-se a desenvolver os conhecimentos e as habilidades de nossos alunos (mediadores) necessárias para a atividade de mediação com o público visitante.



Figura 1 - Aula sobre mediação com a experiência do Museu Paraense Emílio Goeldi (primeiro módulo do curso de formação de mediadores).



Figura 2 – Aula sobre insetos aquáticos, no primeiro módulo do curso.



Figura 3 – Aula sobre museus de ciência e divulgação científica na internet (segundo módulo do curso de formação de mediadores, realizado como parte da programação da III Jornada Acadêmica do IST Paracambi).



Figura 4 – Aula sobre hidroponia, com distribuição de alfaces hidropônicas aos alunos do segundo módulo do curso de mediação.

O primeiro módulo do curso de formação de mediadores foi voltado às ciências aquáticas (30 h), principalmente, e o segundo módulo (18 h) foi dedicado ao uso de ferramentas de informática para a difusão científica e ao desenvolvimento da linguagem de comunicação com o público. O terceiro módulo complementou os anteriores e iniciou estudos e trabalhos práticos dos mediadores para a construção do espaço (20 h). Apresentamos abaixo (Quadros 1, 2 e 3) as aulas que fizeram parte da programação dos três primeiros módulos realizados. A Figura 7 apresenta a visita técnica ao jardim sensorial do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, para mostrar o trabalho dos guias cegos deste espaço, realizada no 2º módulo, exemplificando a questão da importância da inclusão social em espaços de difusão científica.



Figura 5 – Aulas do 3º módulo do curso de mediação. A) O Uso da Informática em Difusão Científica e B) Aprendendo a Usar um Guia de Anatomia de Plantas Aquáticas.



Figura 6 – Aulas do 3º módulo do curso de mediação - Metodologia para coleta e preservação de organismos aquáticos.

Quadro 1 – Aulas do 1º módulo do curso de formação de Mediadores para o Museu da Vida Aquática.

Aula	palestrante	Carga horária
Abertura do curso	DSc. Romilda M. A. de Lemos e MSc. Ida Goulart Ferreira Romeiro (FAETERJ)	1 h
Introdução à Limnologia	DSc. Romilda Lemos	4 hs
Insetos Aquáticos (Principais grupos taxonômicos e sua Importância)	DSc. William C. Rodrigues (FAETERJ)	4 hs
Comunidades microscópicas Bacterio, Fito e Zooplankton Perifiton	DSc. Romilda Lemos	2 hs
Ecologia de Macrófitas Aquáticas	DSc. Romilda Lemos	2 hs
Coleta e Análise de Dados Limnológicos – Atividade Prática	DSc. Romilda Lemos	2 hs
Macrófitas Aquáticas (Principais grupos taxonômicos e sua Importância - teórico/prática)	MSc. Andréia Donza (Museu Nacional – UFRJ)	4 hs
Poluição Aquática	DSc. João Paulo Torres (IBCCF – UFRJ)	4 hs
A Experiência de Mediação no Museu Paraense Emílio Goeldi	MSc. Helena Quadros (Museu paraense Emílio Goeldi)	3 hs
Peixes de Águas Doces do Sudeste Brasileiro - Principais grupos taxonômicos e sua Importância	DSc. Rosana S. Lima (FFP – UERJ)	4 hs

Quadro 2 – Aulas do 2º módulo do curso de formação de Mediadores para o Museu da Vida Aquática.

Aula	palestrante	Carga horária
A Linguagem na Transmissão do Conhecimento Científico	MSc. Ida Goulart Ferreira Romeiro (FAETERJ)	2 hs
Cultivo Hidropônico em Agricultura	PhD. Pedro Paulo da Cunha Machado – (FAETERJ)	2 hs
Oficina: Praticando a Mediação em Museus.	DSc. Romilda M. A. de Lemos	2 hs
Robótica Aplicada ao Controle de Turbidez da Água.	MSc. Fred Ferreira dos Santos– (FAETERJ)	2 hs
Museus de Ciência e Divulgação Científica na Internet (teórico – prática)	MSc. Márcia Rocha - IBICT	4 hs

Visita técnica ao Jardim Sensorial do Jardim Botânico do Rio de Janeiro - a Experiência dos Guias Cegos	DSc. Romilda M. A. de Lemos (IST – FAETEC)	6 hs
---	--	------

Quadro 3 - Aulas do 3º módulo do curso de formação de Mediadores para o Museu da Vida Aquática.

Aula	palestrante	Carga horária
Aprendendo a Usar um Guia de Anatomia de Plantas Aquáticas	DSc. Rosani Arruda (UNIRIO)	4 hs
O Uso da Informática em Difusão Científica	DSc. Eduardo Paiva (FAETERJ)	2 hs
Metodologia para coleta e preservação de organismos aquáticos (prática)	DSc. Romilda M. A. de Lemos	2 hs
Oficina de Sensibilização Teatral	Jorge Braga Júnior (ator)	2 hs
Conservação da Biota Aquática	DSc. Romilda M. A. de Lemos	4 hs
Oficina: Praticando a Mediação em Museus.	DSc. Romilda M. A. de Lemos	6 hs



Figura 7– Visita técnica ao Jardim Sensorial do JBRJ.

Infelizmente algumas dificuldades impediram a inauguração do espaço, como a precariedade das instalações, que sofre com infiltrações e umidade excessiva do galpão em que foi instalado; falta de funcionários locados para este fim para a manutenção do espaço; dificuldade de remuneração dos mediadores do museu (alunos da instituição); falta de mobiliário; falta de exaustão apropriada para a manutenção dos materiais a serem expostos e recursos para a finalização das obras, dentre outros problemas. Ainda assim, muitas exposições foram feitas em espaços alternativos e sob a forma itinerante em escolas (Figura 8), mas o projeto não resistiu ao tempo e à falta de recursos, dentre outros fatores, vindo a ser encerrado em 2015.

Foram adquiridos equipamentos e materiais para realizar em nossa instituição muitas análises físicas e químicas (oxigênio dissolvido, DBO, pH, condutividade elétrica da água, sólidos totais dissolvidos, materiais em suspensão, teor de materiais orgânicos e inorgânicos em suspensão e no sedimento, temperatura, fósforo, amônia, substâncias húmicas, transparência da água, etc, além de bioensaios, que permitiram o monitoramento mais efetivo das bacias hidrográficas situadas em nossa proximidade e realização de diversas pesquisas (Quadro 4). Também foi possível adquirir materiais de coleta de amostras biológicas (sobretudo de invertebrados aquáticos) e montagem de aquários para bioensaios. Os materiais adquiridos são utilizados até hoje em pesquisas e aulas da instituição.

Quadro 4 – Algumas pesquisas que tiveram o suporte do Museu e Laboratório da vida Aquática.

Trabalho	Aluno (s)	Ano
Análise da Qualidade Ambiental do Rio São Pedro - RJ - Através do Método do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) e do Uso de Macroinvertebrados como Biomonitorios.	Nilton Henrique de Souza Silva (FAETERJ)	2015
Museu da vida aquática itinerante - uma proposta para o ensino não formal de ciências.	Andre Luis Vilanova Ribeiro (CEDERJ)	2012
Dinâmica do material particulado nos rios Ipê e Macacos (Paracambi-RJ)	Geovana Carla de Souza (FAETERJ)	2011
Avaliação da qualidade ambiental em riachos de encosta na região do vale do café.	Edmilson A. de Paula, Eliana Silva Alves, Marciana S. Neves (FAETERJ)	2010
Estudo de caso da ação antrópica sobre a qualidade de água de um rio litorâneo (Mangaratiba-RJ)	Bruna C. B. dos Santos Renda e Greici K. de Oliveira Mendes (FAETERJ)	2010

As centenas de milhares de pessoas que visitam zoológicos, parques naturais, jardins botânicos e aquários a cada ano, são prova do interesse público em geral na biodiversidade (Primack e Rodrigues, 2005). O museu e laboratório da vida aquática dulcícola foi uma oportunidade ímpar para chamar a atenção da sociedade para uma diversidade que é pouco conhecida, fazendo-a apropriar-se não somente do conhecimento científico já existente, mas da geração de novos conhecimentos e de todo o processo pelo qual este saber é concebido.

As águas doces continentais são frequentemente negligenciadas em exposições sobre ecossistemas aquáticos que, muitas vezes, se centram mais em ambientes marinhos ou em mostrar a diversidade de peixes, como se estes fossem os únicos animais viventes nelas. Ao contrário, existe toda uma gama de pequenos organismos que flutuam na água ou rastejam sobre o fundo lodoso destes ambientes ou, ainda, sobre a vegetação, a qual exerce enorme importância na formação de cadeias alimentares aquáticas. A vegetação provê alimento que pode ser diretamente assimilado - por herbivoria - ou indiretamente assimilado, após decomposição, pela ingestão de detritos. Estes detritos são base alimentar para a imensa maioria das cadeias aquáticas. Pouco se conhece a vida sob o espelho d'água, mas é ela que, incontestavelmente, sustenta toda a produção destes ecossistemas e permite inúmeras formas de utilização destes corpos d'água e serviços ambientais indispensáveis ao homem. A difusão da ciência permite que este conhecimento seja disponível a todos.



Figura 8 – Algumas exposições e atividades do projeto.

Conclusão

Para conhecer a fragilidade dos ecossistemas aquáticos é preciso não apenas ver e tocar, mas ser capaz de perceber que inúmeros fatores ambientais (luz, temperatura, oxigênio, pH, sais dissolvidos, entre outros), nem sempre tão perceptíveis, controlam a vida destes seres e são exigências fundamentais para sua sobrevivência, bem como a existência de relações de interdependência entre estes, das quais uma das mais evidentes é a cadeia alimentar. O museu da vida aquática foi concebido para ser um espaço para permitir não somente visualizar e conhecer os organismos e seus ecossistemas, mas também participar diretamente de experiências científicas. Esta vivência foi capaz de levar crianças e adultos a se aproximarem da ciência não apenas como espectadores, mas os colocando como “cientistas”, capazes de tirar suas próprias conclusões a respeito da necessidade de preservação de todo o ecossistema aquático. Também os cientistas puderam se aproximar do público, percebendo suas necessidades e aperfeiçoando a comunicação com o mesmo. Consistiu numa oportunidade para alunos do curso de Gestão Ambiental do Instituto Superior de Tecnologia de Paracambi desenvolverem trabalhos acadêmicos e suas habilidades de comunicação com o público leigo através de exposições, contribuindo com a sua formação acadêmica e divulgando o saber científico.

Referencias bibliográficas

Gouvêa, G., Valente, M.E., Cazelli, S. e Marandino, M. 2001. Redes Cotidianas de Conhecimentos e os Museus de Ciência. **Parcerias Estratégicas**, n. 11, p.169-174, Brasília, <http://www2.fe.usp.br/estrutura/geenf/textos/redescotidianasartigo9.pdf> .

Primack, R.B. e Rodrigues, E. 2005. **Biologia da Conservação**. Ed. Planta, 1ª Ed., 6ª imp., 328p.

Rocha, O. 2004. Perfil do Conhecimento de Biodiversidade em Águas Doces no Brasil, em Lewinsohn, T.M. e Prado, P.I., **Biodiversidade Brasileira, Síntese do Estado Atual do Conhecimento**. Ed. Contexto, 2ª Ed., São Paulo, 176p.

Valente, M.E. e Marandino, M. 2002. Vitrines no Museu: Recurso de Contemplação e Interação. **Anais do VII Encontro Perspectivas no Ensino de Biologia**, p. 666-669.