

## **HIDROCIDADES – Métodos Não Convencionais na Conservação da Água em Bacias Peri-Urbanas**

L. Pimentel da Silva<sup>1</sup>, Fernanda Reinert Macrae<sup>2</sup>, Elza Maria Neffa Vieira de Castro<sup>3</sup>, Wellington Mary<sup>4</sup>, Márcia Marques Gomes<sup>1</sup>, Luiz Fernando Flores Cerqueira<sup>1</sup>, Ezer Urpia Rosa<sup>5</sup> e Marconi Fonseca de Moraes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Pav. João Lyra Fo., 5o. Andar, sala 5029, bloco F, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 20550-900.*

*e-mail: luciene.pimenteldasilva@gmail.com*

<sup>2</sup> *Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Brigadeiro Trompowsky, s/nº Prédio do CCS - Centro de Ciências da Saúde - Bloco A - Sala A1-050 Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, 21941-590.*

<sup>3</sup> *NUREDAM, Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Pav. João Lyra Fo., 12o. Andar, sala 12005, bloco F, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 20550-900.*

<sup>4</sup> *Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, Km 7, Campus, Seropédica, RJ, Brasil, CP74.554, 23890-000.*

<sup>5</sup> *Institute for Planning, Rio de Janeiro City Council, Avenida Presidente Vargas, 3131 sala 1204, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, 20211-110.*

**RESUMO** - Este artigo apresenta a estratégia e resultados preliminares do Projeto HIDROCIDADES que enfoca questões relacionadas à conservação da água em meio peri-urbano. Estão sendo implementados, baseados no conceito de pesquisa-ação experimentos de monitoramento quali-quantitativo da água, telhado verde e de educação ambiental com objetivo de integrar conservação da água (incluindo controle de enchentes), geração de renda, cidadania e inclusão social. Como objeto de estudo foi tomada a região hidrográfica da baixada de Jacarepaguá, área de expansão da cidade do Rio de Janeiro. Foi selecionada na região uma pequena bacia hidrográfica de aproximadamente 9 km<sup>2</sup> representativa do contexto sócio-físico-ambiental local. As ações se dão, sobretudo, através dos moradores da Comunidade de Interesse Social da Vila Cascatinha em Vargem Grande. Na bacia foram implementados dois postos fluviométricos: um em área preservada e sem sinais de ocupação e outro, no exutório da bacia, após a ocupação. Próximo a este último foi implantada uma estação climatológica completa. Além do monitoramento das quantidades de água são coletadas amostras de água para determinação do IQA. O experimento de telhado verde e as atividades de educação ambiental, que assim como os outros experimentos, integram possibilidades de geração de renda, são desenvolvidos na Escola Municipal Teófilo Moreira da Costa, que entre outros atende aos moradores da Vila Cascatinha. As atividades de educação ambiental tomam por base respostas à entrevista guiada aplicada junto aos moradores da Vila Cascatinha e, entre outros, se apropriam dos experimentos de recursos hídricos e do telhado verde. Espera-se que os resultados do HIDROCIDADES possam ser aplicados, guardando as devidas especificidades, a outras cidades e regiões de características peri-urbanas.

Palavras-chave: conservação da água; bacias peri-urbanas; hidrologia urbana.

### **INTRODUÇÃO**

A Região da Baixada de Jacarepaguá, zona oeste da Cidade do Rio de Janeiro, constitui-se na principal área de expansão da Cidade. Embora, tenha havido um planejamento inicial para a sua ocupação, a pressão imobiliária, sem a construção da infra-estrutura necessária, acabou levando a um cenário hoje de assentamento de condomínios de padrão médio e alto, nem sempre respeitando a legislação urbanística, verticalização e

adensamento, ocupação irregular que, acabou comprometendo as lagoas da região, a qualidade das águas das praias, ao desmatamento e ocupação de áreas de proteção. Esse cenário de degradação ambiental contrasta com áreas remanescentes que retratam a vocação agrícola da região, sobretudo na olericultura para abastecer a cidade do Rio e, do início da alteração da ocupação com a implantação de indústrias, sobretudo laboratórios químicos como WELLA, MERCK, GLAXO, dentre outros.

O problema das ocupações irregulares de terrenos urbanos para moradia da população de baixa renda se repete na maioria das grandes cidades brasileiras e nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. O resultado é o crescimento sem estratégia sustentável e o inchaço das cidades com falta de infra-estrutura para garantir as necessidades básicas da população como o saneamento básico, abastecimento de água, assistência médica, transporte e educação. Nesse cenário está sujeita à degradação da qualidade de vida toda a poluição, mas ficam mais vulneráveis àqueles que habitam as áreas de risco como baixadas, margens de rios e encostas. A pobreza urbana é maior do que a média da pobreza brasileira e está concentrada nas Regiões Metropolitanas. Concentram-se nas regiões metropolitanas a maior parte da população moradora das favelas.

A reversão desse quadro exige, entre outros, um conhecimento mais rigoroso sobre ele. O primeiro passo para começar a mudar esse rumo é tirar as instituições e a sociedade do "analfabetismo urbanístico" (Maricato, 1995) e criar a consciência da dimensão dos problemas que estão sendo produzidos por esse crescimento urbano sem regulação pública eficaz e socialmente desigual.

## **METODOLOGIA**

Os estudos apresentados têm arcabouço teórico-metodológico em hidrologia, gestão e planejamento de recursos hídricos, planejamento urbano e, suas associações com as ciências agrárias, biológicas, sócio-econômicas e das políticas públicas. Foi adotada para desenvolvimento dos estudos a metodologia de pesquisa-ação.

A pesquisa-ação pode ser definida como um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.<sup>1</sup> A pesquisa-ação constitui-se como uma linha da pesquisa social que fornece os meios eficientes para que grupos de participantes e pesquisadores formulem diretrizes transformadoras, a partir da elaboração de um diagnóstico da problemática sócio-ambiental local. Thiollent (2000) aponta três aspectos atingidos pela pesquisa-ação: resolução de problemas, tomada de consciência e produção do conhecimento.

Para desenvolvimento dos estudos foi adotado como objeto de estudo a Comunidade da Vila Cascatinha<sup>2</sup> e a bacia hidrográfica em que está inserida, que é representativa do contexto sócio-físico-ambiental local. A Figura 1 apresenta a localização da bacia na região hidrográfica de Jacarepaguá, no bairro de Vargem Grande. A bacia do rio morto até a seção fluviométrica considerada, localizada na altura de sua interseção com a Estrada dos Bandeirantes, onde ficou em operação até 1981 um posto fluviométrico operado pela SERLA (Fundação Secretaria Estadual de Rio de Lagoas do Estado do Rio de Janeiro), tem 9 km<sup>2</sup> de área de drenagem. Além do restabelecimento do monitoramento fluviométrico nesta seção, foi implantado outro posto fluviométrico no rio Sacarrão, principal afluente do rio Morto, que representa uma área de drenagem de aproximadamente 2 km<sup>2</sup>, em região sem efeitos da ocupação antrópica. Adicionalmente, associado ao monitoramento fluviométrico foi

---

<sup>1</sup> Michel Thiollent. *Metodologia da pesquisa-ação*. 9ª ed. São Paulo. Cortez, 2000.

<sup>2</sup> A Comunidade da Vila Cascatinha apresenta aproximadamente o assentamento de 200 famílias.

implantada uma estação climatológica completa localizada próximo à seção fluviométrica do rio Morto. A área da bacia hidrográfica do rio Morto considerada corresponde praticamente à dois setores censitários do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), à exceção de pequena parte localizada bem à montante, mas onde não há ocupação<sup>3</sup>. A região superior da bacia, altos rios Sacarrão e Branco<sup>4</sup>, estão inseridas na Área do Parque Estadual da Pedra Branca. O abastecimento de água da bacia é originário de manancial da CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro) no rio Sacarrão e por poços subterrâneos particulares. Não há rede pública de esgotos. Além do monitoramento da quantidade de água são coletadas amostras de água para análise. Estão sendo determinados os parâmetros: Ph, temperatura, OD, DBO, sólidos em suspensão, turbidez, nitrogênio, fósforo e coliformes, que compõem o IQA (Índice de Qualidade da Água).

Inicialmente, foram desenvolvidos estudos de diagnóstico que comprederam análise dos dados censitários do IBGE, análise de séries hidrológicas e climatológicas existentes e visitas de observação local para constatação de problemas, identificação dos atores na gestão de recursos hídricos, atividades econômicas, atualização de mapeamento e identificação dos locais de monitoramento. Nessa fase foram feitas diversas reuniões com moradores para apropriação da percepção dos problemas, qualidade de vida e possíveis soluções. O diagnóstico envolveu ainda a aplicação da metodologia de análise da cadeia causal (Marques, 2002).

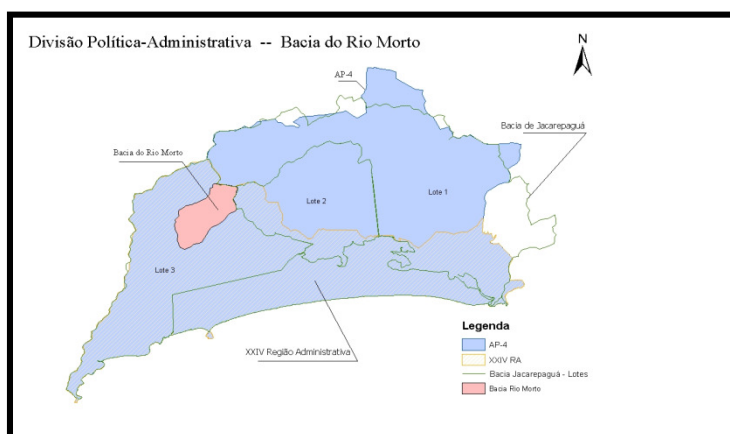
Os estudos envolvem ainda experimento de telhado verde (Wong et al., 2003 a e b), demonstração de pavimentos permeáveis e coleta de água de chuva. Todos com enfoque do efeito dessas novas tecnologias no controle do escoamento superficial e mitigação das enchentes urbanas. No experimento do telhado verde estão sendo apropriados também seus impactos no conforto ambiental (temperatura e umidade). Esses experimentos estão sendo desenvolvidos na Escola Teófilo Moreira da Costa que atende, entre outros, a população da Vila Cascatinha. A Escola Teófilo promove educação fundamental e à noite funciona, através de convênio com a Prefeitura da Cidade, como Escola Estadual, promovendo o ensino médio para jovens e adultos. Identifica-se que o experimento do telhado verde na Escola resgata de certa forma a história da Escola Teófilo, que era originariamente uma Escola Agrícola. A demonstração do telhado verde à população também resgata de forma integrada a própria história da região de Jacarepaguá, que teve suas terras originariamente ocupadas para olericultura para abastecimento da Cidade do Rio de Janeiro. Ainda, em estudo anterior (Cerqueira et al., 2007) identificou na Vila Cascatinha, população significativa com raízes em atividades rurais. Vários moradores declararam trabalhar como Jardineiros em Condomínios da Região.

Todas as atividades experimentais de monitoramento são apresentadas com potencial de geração de renda. Por exemplo, no telhado verde está sendo implantado o cultivo da rúcula, que alcança preços vantajosos no mercado local. Todas estas atividades são apropriadas pelo Programa de Educação Ambiental desenvolvido em conjunto com os Professores da Escola. O material gerado pelo Projeto é inserido nas atividades escolares rotineiras e contemplados nas diversas disciplinas de forma integrada. Destaca-se a cooperação dos alunos do ensino médio na obtenção das respostas às entrevistas junto aos moradores da Vila Cascatinha, que fundamentam o próprio Programa de Educação Ambiental.

---

<sup>3</sup> Desta forma, os dados censitários do IBGE puderam ser aproveitados na íntegra. Além de servirem no futuro para análise dos impactos das ações associadas ao Projeto HIDROCIDADES.

<sup>4</sup> Principais afluentes do rio Morto pelas margens esquerda e direita respectivamente.



**Figura 1 - Localização da Bacia do Rio Morto - RJ, Bacia de Jacarepaguá e diferentes Áreas de Planejamento. Fonte: ROSA, 2003.**

## RESULTADOS

No estudo de diagnóstico foi aplicada a metodologia da ACC (Análise de Cadeia Causal -Belausteguiotia, 2004; Marques, 2002) com vistas ao estabelecimento da interdependência e da interação das principais causas imediatas, setoriais e raízes que contribuem para um determinado problema ambiental, nesse caso, a análise foi feita para o problema *enchentes*. A aplicação da ACC, permite, entre outros, que as propostas resultantes para mitigar o problema, colocadas aqui como opções políticas, sejam mais efetivas, à medida que são resultado da análise integrada de problemas, impactos, causas e fatores catalíticos. Identificaram-se como opções políticas: (i) Plano de contingenciamento de enchentes; (ii) Plano de re-ordenação do uso e cobertura do solo – Habitação/Urbanização; (iii) Implementação de um sistema de informações ambientais para a Região da RHJ<sup>5</sup>; (iv) Criação e adoção de instrumentos econômicos; (v) Implementação de programas educacionais; (vi) Maior controle por parte do poder público (Fiscalização); (vii) Criação/fortalecimento das instituições colegiadas no âmbito dos Recursos Hídricos (Rosa et al., 2007).

No estudo de diagnóstico foram feitas várias visitas de campo para apropriação e constatação dos problemas da bacia do rio Morto, abastecimento de água, lançamento dos esgotos, destino de resíduos sólidos, assim como para recomposição e verificação do mapeamento da rede de drenagem. Nestas visitas foram observados pontos de lançamento de efluentes líquidos nos cursos d'água, uso inapropriado de captações de água, o uso evidente de poços rasos como alternativa às deficiências no abastecimento público atual, resíduos sólidos nos cursos d'água, construções nas margens dos cursos d'água e, até mesmo, problemas fundiários de ordem de indefinição de posse de lotes e terrenos. Essas evidências foram ratificadas pela análise dos dados dos setores censitários. Ainda sobre os dados censitários, foi interessante observar que os indicadores relacionados às questões sócio-ambientais são piores para o setor onde está localizada a Comunidade da Vila Cascatinha. Ainda nessa fase, foram apropriados os dados meteorológicos e hidrológicos existentes. Foram analisados os dados do posto fluviométrico de Vista Alegre no rio Morto operado pela SERLA entre 1972 e 1981<sup>6</sup> e, do posto pluviométrico de Mucuíba, também operado pela SERLA, para o mesmo intervalo de tempo. Foram ainda estudados os dados

<sup>5</sup> Região Hidrográfica de Jacarepaguá. A metodologia de análise de cadeia causal tem sido aplicada a grandes regiões, como no Projeto GIWA, aqui citado. Assim, no sentido de melhor adaptar a metodologia, tomou-se por base para esses estudos toda a região hidrográfica de Jacarepaguá e não só a bacia representativa-experimental. Como base de dados para dar suporte ao estudo tomou-se o Plano Estratégico da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (2006).

<sup>6</sup> Sendo os anos de 1972 e 1981 incompletos.

climatológicos do posto da INFRAERO localizado no aeroporto de Jacarepaguá<sup>7</sup> entre 1996 e 2006. Todas as séries apresentaram comportamento compatível e não foi observada nenhuma tendência de aumento de temperaturas, de vazões ou chuvas. Futuramente, a partir do monitoramento em andamento, estas análises serão retomadas. Ainda que o período de observação da estação climatológica não fosse o mesmo que as estações pluviométrica e fluviométrica, com base nos dados de temperatura foram estimadas as taxas de evaporação usando o método de Thorthwaite, para análise de balanço hídrico. Conforme esperado, não foram observados indicativos de déficit hídrico.

Nas reuniões comunitárias realizadas na Vila Cascatinha e nas entrevistas feitas<sup>8</sup> com os moradores, constatou-se o interesse das pessoas por propostas relacionadas à preservação do meio ambiente, inclusive com demonstração de vontade de participação ativa nas ações relacionadas ao monitoramento ambiental e ao reaproveitamento dos resíduos produzidos na comunidade, a partir da confecção de utensílios e de objetos reciclados. Muitos manifestaram a possibilidade de apoiar financeiramente as iniciativas sócio-ambientais, caso necessário, desde que não prejudique o orçamento familiar. Tal atitude articula-se à responsabilidade assumida por eles na preservação do meio ambiente, reconhecendo-se como partes do cenário, ao mesmo tempo em que incorporam o papel de agentes sociais. Todavia, uma preocupação manifesta-se em muitos depoimentos quanto à organização das associações comunitárias, uma vez que visualizam traços de intolerância, principalmente em razão de dogmas religiosos. Em contrapartida, os entrevistados percebem que, apesar disso, há pouca rivalidade e violência na comunidade que apresenta manifestações solidárias entre os moradores. A apresentação de alternativas aos problemas elencados como, por exemplo, adoção de medidas paliativas para o abastecimento de água como, por exemplo, o compartilhamento de um poço na região, a utilização do sistema de captação de águas do Parque Rio Water Planet<sup>9</sup> ou a reutilização das águas das chuvas foi recebida com entusiasmo, assim como a pavimentação das ruas com pavimentos permeáveis, a instalação de um dispositivo para contenção de água das chuvas e diminuição das enchentes, a produção de adubos e de alimentos, a partir do tratamento dos resíduos sólidos, a construção de hortas caseiras a partir da implantação de telhados verdes.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentadas a estratégia e resultados preliminares dos estudos realizados no âmbito do Projeto de Pesquisa HIDROCIDADES, que tem como objeto de estudo a região hidrográfica da baixada de Jacarepaguá, região de expansão e zona oeste da cidade do Rio de Janeiro. A estratégia envolve, através da metodologia pesquisa-ação, a implantação de uma bacia experimental-representativa com monitoramento qualitativo da água, experimento de telhado verde, programa de educação ambiental, com vistas a integrar conservação da água em meio peri-urbano, geração de renda, inclusão social, cidadania e melhoria da qualidade de vida. As ações e experimentos são desenvolvidos de forma participativa, integrando escola, pesquisadores, agentes públicos, população (com ênfase na população da Comunidade da Vila Cascatinha). O estudo de diagnóstico envolveu visitas ao local, onde se pode perceber e constatar vários problemas comuns às áreas peri-

---

<sup>7</sup> Atualmente, trata-se da única estação climatológica na Região da Baixada de Jacarepaguá. O ano de 2006 estava incompleto.

<sup>8</sup> Até o momento foram analisadas as respostas à 17 entrevistas.

<sup>9</sup> O Parque Rio Water Planet fica localizado na Estrada dos Bandeirantes e é vizinho, separado por um muro, da área ocupada pela Comunidade da Vila Cascatinha. O Parque usa como fonte principal de abastecimento poços artesianos. O canal do Morro do Bruno que atravessa a Comunidade drena suas águas através do Parque e então para o rio Morto, logo depois da confluência dos rios Sacarrão e Morto.

urbanas: lançamento de efluentes no curso d'água; uso indevido de captações de água; desabastecimento de água; proliferação de poços rasos; problemas fundiários; ocupação irregular em regiões frágeis e de risco; atores no processo de gestão de recursos hídricos, usuários de água e atividades econômicas associadas. A análise dos dados dos setores censitários ratificaram estas observações. Ainda sobre as informações sócio-ambientais dos setores censitários foi interessante observar que os indicadores são piores para o setor onde está localizada a Comunidade da Vila Cascatinha. A partir da análise das séries hidrológicas e meteorológicas existentes não foram observadas mudanças de tendência nas temperaturas, nem nas chuvas e vazões. Não foram, como esperado, observados indicativos de déficit hídrico. A aplicação da metodologia de análise de cadeia causal possibilitou a proposta de opções políticas para mitigação das enchentes. A partir da análise do resultado das reuniões com a Comunidade da Vila Cascatinha e entrevistas, pode-se constatar o entusiasmo dos moradores frente às propostas expostas e suas crenças no potencial produtivo do terreno apontaram perspectivas positivas para a realização do Projeto Hidrocidades.

### **AGRADECIMENTOS**

O Projeto de Pesquisa HIDROCIDADES tem apoio financeiro do CNPq através do Processo 500.129/2006-1. Ainda, apoio da UERJ e FAPERJ através do Programa de Bolsas de Iniciação Científica. Os autores agradecem a participação dos moradores da Vila Cascatinha; da Escola Municipal Teófilo Moreira da Costa e da Secretaria Municipal de Educação; ao IBGE (Instituto Brasileiro de geografia e Estatística); ao IPP (Instituto Pereira Passos da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro); ao IEF-RJ (Instituto Estadual de Florestas do Estado do Rio de Janeiro); SERLA (Fundação Secretaria de Rios e Lagoas do Estado do Rio de Janeiro); INFRAERO (Estação Climatológica do Aeroporto de Jacarepaguá).

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BELAUSTEUGOITIA, J. C. (2004). Causal Chain Analysis and Root Causes: The GIWA Approach. *Ambio*, 33(12), 7-12.
- CERQUEIRA, L.F.F, PIMENTEL DA SILVA, L. and MARQUES, M. (2007). Environmental Impacts by Low-Income Settlements in Rio de Janeiro, Proceedings of The 2nd International Congress on Environmental Planning and Management, Technische Universität Berlin, 311-314.
- MARICATO, E. Habitação e as Políticas Fundiária, Urbana e Ambiental: Diagnóstico e Recomendações. II Seminário Nacional Preparatório para o HABITAR II, Rio de Janeiro, Ministério das Relações Exteriores, 1995.
- MARQUES, M. (2002). Proposal of the Causal Chain Analysis Methodology for the Global International Waters Assessment Project. Kalmar: GIWA UNEP/GEP, 30 p.
- PLANO ESTRATÉGICO DA PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – PE-PCRJ. Apresenta por região síntese dos questionários aplicados e respectivos planos de desenvolvimento. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/planoestrategico>, Acesso em: 15 set. 2006.
- ROSA, E. U.; KAUFFMANN, M. O. e PIMENTEL DA SILVA, L. “Gestão do Parcelamento e Ocupação do Solo na Cidade do Rio de Janeiro”. VII CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE. Anais. Clube de Engenharia, Rio de Janeiro RJ, 2003.
- ROSA, E.U., MARQUES, M. e PIMENTEL DA SILVA, L., Análise da Cadeia Causal dos Problemas Ambientais Prioritários da Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá, RJ. 24º. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Belo Horizonte, 2007.
- THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 9ª ed. São Paulo. Cortez, 2000.
- WONG, N. H. et al. (2003a). Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. *Building and Environment*, 38(2), 261-270.
- WONG, N. H. et al. (2003b). The effects of rooftop garden on energy consumption of a commercial building in Singapore. *Energy and Buildings*, 35(2), 353-364.