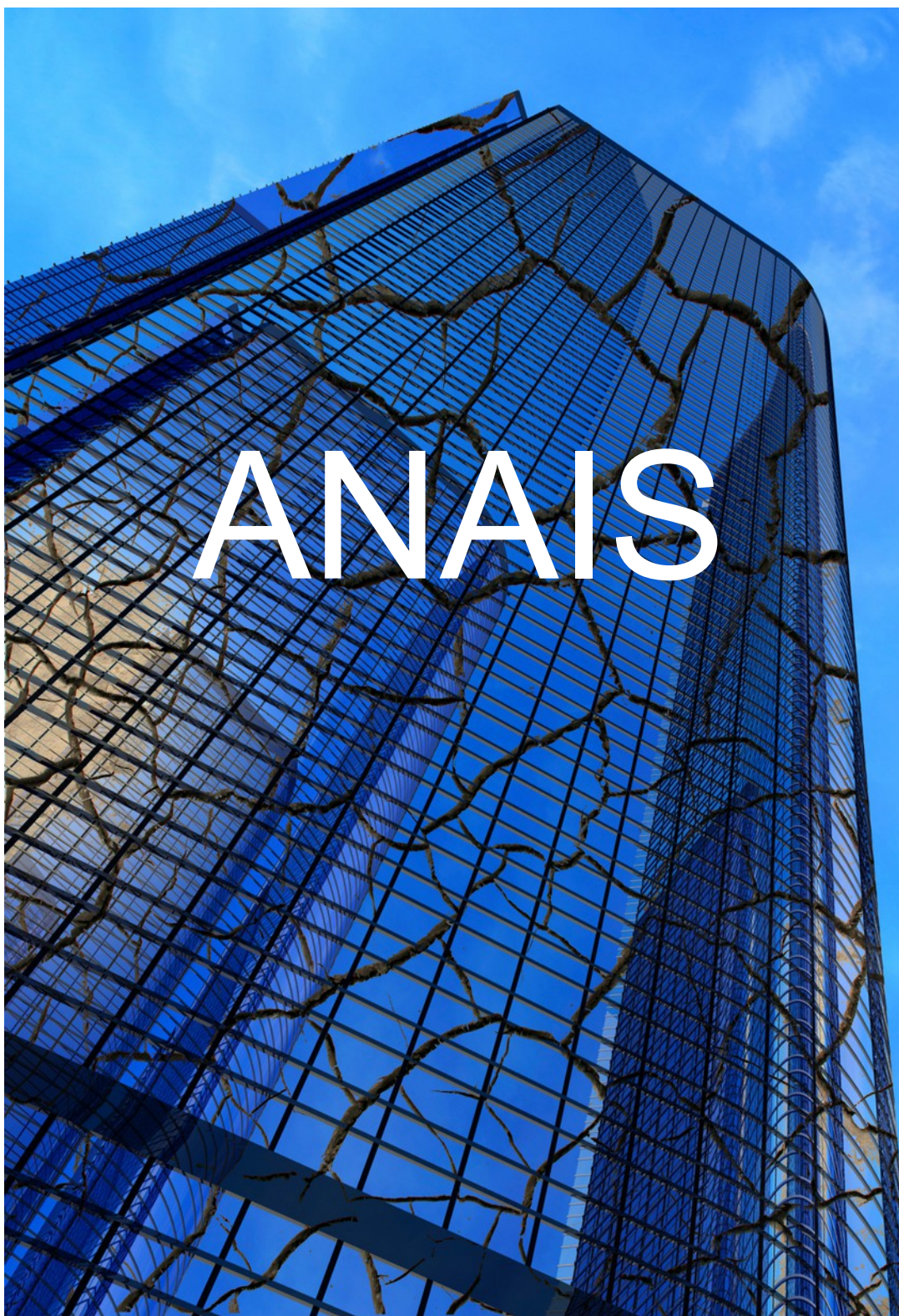




XI Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente



XI CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE



FRANCIS BOGOSSIAN – Presidente do Clube de Engenharia

REYNALDO BARROS – Presidente do Crea-RJ

EDSON MONTEIRO – Coordenador Geral do Congresso, Chefe de Gabinete da Presidência do Clube de Engenharia

JOSÉ CARLOS DE LACERDA FREIRE – Assessor da Comissão Geral do Congresso

PAULO POGGI DA SILVA PEREIRA – Coordenador da Comissão Temática

JANE CODEVILLA – Assessora da Comissão Temática

FELIPE BRASIL – Assessor de Meio Ambiente do Crea-RJ

MÁRCIO PATUSCO LANA LOBO – Diretor Técnico do Clube de Engenharia

ALCIDES LYRA LOPES – Divisão Técnica de Energia

BENEDICTO RODRIGUES FRANCISCO – Divisão Técnica de Recursos Minerais

IBÁ DOS SANTOS SILVA – Divisão Técnica de Engenharia do Ambientes

JORGE LUIZ PAES RIOS – Divisão Técnica de Recursos Hídricos e Saneamento

JOSÉ LEONEL CORTEZ LIMA – Divisão Técnica de Recursos Naturais e Renováveis

MARIA ALICE IBAÑEZ DUARTE – Divisão Técnica de Engenharia Química

PAULO MURAT DE SOUZA – Divisão Técnica de Engenharia Química
Recomendações do Congresso:

MÁRCIO PATUSCO LANA LOBO – Diretor Técnico do Clube de Engenharia

FICHA TÉCNICA

Atendimento

Chirle Franceschi da Silva
Nelson Neves da Silva
Willians Sousa da Silva

Eventos

Cristiano dos Santos Carvalho
Gilberto Costa Salgado Junior
Jhonatas dos Santos Ferreira
Buffet Bom Apetite
Acta Diurna Marketing e Comunicação

Exposição

Priscila Felipe Ribeiro
Márcia Neves
Panorama

Financeira

Karla Pecorone Mendes
Rayan Villote

Filmagem

Mix Mídia

Fotografia

Fernando Alvim

Limpeza

VGS Company Service

Música

J.Produções
Orquestra de Cordas da Grotta

Secretárias

Ana Cristina Martinez Teixeira Alves
Lenice Lúcia de Azevedo
Maria Stella da Silva Amaral de Figueiredo
Margareth Vigneron Cariello

Segurança

Alexandre Silva dos Santos
André Rodrigues
Carlos Chagas dos Santos Filho

Superintendência e Supervisão

Luis Carvalho
Fernando Manoel Lima Ataíde Ribeiro
Maria José Quaresma

SUMÁRIO

Cada trabalho ou palestra está apresentado a seguir conforme encaminhado por seus autores. A organização do congresso não se responsabiliza por eventuais citações de pessoas físicas ou jurídicas, privadas ou públicas que constem do conteúdo de trabalho.

Programação

5

Trabalhos

A importância da avaliação de impactos ambientais em obras rodoviárias – Qualidade da água nas obras de construção da ponte sobre o Rio Madeira – BR-319/RO	11
Estudo de técnicas compensatórias de drenagem urbana como proposta de gestão das águas pluviais	27
Água na serra – A tragédia serrana do Rio de Janeiro de 2011: o problema da água – os problemas de inundação, drenagem das encostas e deslizamentos. Causas e propostas de solução e prevenção	48
Conscientização dos jovens sobre o uso da água	75
Drones – Tecnologia e aplicações para dar suporte às áreas de engenharia e meio ambiente	97
Conservação ambiental: análise comparativa físico-química e bacteriologia do Riacho Grilo, se	118
Análise da percepção ambiental dos moradores de uma comunidade no entorno do Canal das Tachas, zona oeste do Rio de Janeiro-RJ	127
Dessalinização da água do mar como solução para a segurança hídrica: abastecimento de água para o consumo humano e destinação final do efluente líquido gerado	138
As usinas hidrelétricas reversíveis, a inserção das energias renováveis no atendimento a sazonalidade hídrica e o nexos da água e energia	152
Diagnóstico da drenagem urbana e o manejo de águas pluviais no município de Bocaiuva-MG	167

Aspectos históricos e impactos ambientais identificados no Manguezal 13 de Julho, Aracaju/SE	185
Estudo do conhecimento e percepção ambiental da população sobre a degradação do Rio Catarino na zona oeste do Rio de Janeiro-RJ	196
Meio ambiente e os impactos causados pelo necrochorume	210
Estudo sobre o instrumento de outorga de uso de recursos hídricos e os múltiplos usos da água através da sua regularização	219
O nível de metal pesado torna imprópria para consumo e lazer a água da Barragem Dionísio Machado em Lagarto/SE, Brasil	229
O pré-sal, saneamento e meio ambiente – conceitos integrativos ao desenvolvimento da economia e da soberania nacional	241
Relação entre as ligações domiciliares e a abrangência do sistema de coleta de esgotos: o estudo de caso de Barra do Piraí/RJ	247
Reúso predial das águas pluviais	256
Saberes, conhecimento e controle social no parlamento das águas: estudo de caso do comitê da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara (CBH BG), Rio de Janeiro	273
Qualidade da água do sistema de captação e armazenamento de águas pluviais em área urbana	286
Sistema ECPR – Gerenciamento de resíduos de embarcações	298
Sistema para controle de enchentes	307
Uso dos recursos hídricos e impactos ambientais no Parque Nacional da Tijuca - RJ	333
Requisitos básicos para a captação e aproveitamento de águas pluviais: em busca do uso inteligente da água de chuva para fins não potáveis	355
Palestra	
A água em seis dias	366

Programação

Quarta-Feira

24/06/2015

10:00h – Inauguração da Exposição, com permanência da mesma até às 18:00h do dia 26/06/15 e Início do **Credenciamento do Congresso** (24º andar)

12:00h às 13:30h – Intervalo para almoço

13:30h às 14:00h – Sessão Solene de Instalação do Congresso (25º andar)

FRANCIS BOGOSSIAN - Presidente do Clube de Engenharia

REYNALDO BARROS – Presidente do CREA/RJ

ANTÔNIO DA HORA – Representando o Governador do Estado do Rio de Janeiro

CARLOS ALBERTO VIEIRA MUNIZ – Secretário Municipal de Meio Ambiente, representando o Prefeito do Rio de Janeiro

14:00h às 15:00h - Palestra Magna: (25º andar)

Tema: Planejamento e Providências relacionados com a situação de escassez de água no Estado do Rio.

Palestrante: ANTÔNIO DA HORA- Subsecretário de Projetos e Intervenções Especiais do Instituto Estadual do Ambiente - INEA

15:00h às 16:00h- Palestra: (25º andar)

Tema: Água em Seis Dias: Um episódio de Confiança na Ciência e no Trabalho Nacional.

Palestrante: EDSON MONTEIRO – Professor e escritor ensaísta, Chefe de Gabinete da Presidência do Clube de Engenharia.

16:00h – Coffee Break (24º andar)

16:30h às 17:30h - Palestra: (25º andar)

Tema: Investindo em Água e Saneamento: melhorando o acesso e reduzindo desigualdades.

Palestrante: RAUL PINHO - Embaixador do Instituto Trata Brasil

17:30h às 20:00h – Mesa de debates: (25º andar)

Tema: A situação e soluções técnicas para a escassez de água nos Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Moderador: JORGE LUIZ PAES RIOS - Professor e ex- Superintendente de Recursos Hídricos do Estado do Rio.

Debatedores:

JÚLIO CESAR OLIVEIRA ANTUNES- Diretor Geral do Comitê Guandu

ANTÔNIO DA HORA- Subsecretário de Projetos e Intervenções Especiais do Instituto Estadual do Ambiente - INEA

20:00h às 21:30h- Minicurso (21º andar)

Tema: A Crise Hídrica no Estado do Rio de Janeiro: Impacto e Medidas de Enfrentamento.

Docente responsável: ADACTO BENEDICTO OTTONI - Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UERJ

Quinta-Feira

25/06/2015

09:00h às 10:00h – Palestra (25º andar)

Tema: Como recuperar o tempo perdido? A Universalização do Saneamento até 2023.

Palestrante: ASPÁSIA CAMARGO – Ex-Secretária Executiva do Ministério do Meio Ambiente e Ex- Presidente da Comissão de Saneamento da ALERJ.

09:00h às 12:30h – Apresentações de Trabalhos Técnicos (18º andar)
(será apresentado 1 trabalho em cada sala, ao longo de meia hora cada)

10:00h – Coffee Break (24º andar)

11:30h às 12:30h – Palestra (25º andar)

Tema: Atuação Governamental no Abastecimento de Água Subterrânea no Semiárido Nordeste. O Sistema SIAGAS e as Possibilidades de Revitalizações de Poços.

Palestrante: FERNANDO FEITOSA - Assessor da Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial da CPRM - Serviço Geológico do Brasil

13:00h às 14:30h – Intervalo para almoço

14:30h às 15:30h – Palestra (25º andar)

Tema: Conservação de Recursos Hídricos em Regime de Escassez.

Palestrante: JOSÉ GERALDO DE VASCONCELOS BARACUHY - Professor da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

15:30h às 16:30h – Palestra (25º andar)

Tema: A Atual Carência de Implantação de Reservatórios de Regularização de Vazões.

Palestrante: FLÁVIO MIGUEZ DE MELO - Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

16:30h – Coffee Break (24º andar)**17:00h às 19:30h – Mesa de debates: (25º andar)**

Tema: A situação e soluções técnicas de saneamento da Baía de Guanabara para as Olimpíadas de 2016.

Moderador: GANDHI GIORDANO - Vice-Presidente da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES RIO

Debatedores:

JOSÉ STELBERTO PORTO SOARES- Engenheiro Sanitarista e Diretor do Clube de Engenharia

AXEL SCHMIDT GRAEL – Vice-Prefeito do Município de Niterói

ROGÉRIO VALLE - Professor da COPPE-RJ

TITO RYFF – Membro do Conselho de Administração do Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM

16:00h às 17:30h – Apresentações dos Trabalhos Técnicos (18º andar)**19:30h às 21:00h - Minicurso (21º andar)**

Tema: Controle de Enchentes

Docente responsável: JORGE LUIZ PAES RIOS - Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ

Sexta-Feira

26/06/2015

09:00h às 12:30h – Apresentações de Trabalhos Técnicos (18º andar)

(será apresentado 1 trabalho em cada sala, ao longo de meia hora cada)

12:30h às 14:30h – Intervalo para almoço.

14:30h às 16:00h – Solenidade de Encerramento do Congresso (25º andar)

FRANCIS BOGOSSIAN - Presidente do Clube de Engenharia

REYNALDO BARROS - Presidente do CREA/RJ

EDSON MONTEIRO - Coordenador Geral do Congresso, Chefe de Gabinete
da Presidência do Clube de Engenharia

JOSÉ CARLOS DE LACERDA FREIRE – Assessor da Coordenação Geral do
Congresso

PAULO POGGI DA SILVA PEREIRA – Coordenador da Comissão Temática

JANE CODEVILLA - Assessora da Comissão Temática

FELIPE BRASIL – Assessor de Meio Ambiente do CREA/RJ

MÁRCIO PATUSCO LANA LOBO - Diretor Técnico do Clube de Engenharia

ALCIDES LYRA LOPES - Divisão Técnica de Energia

BENEDICTO RODRIGUES FRANCISCO – Divisão Técnica de Recursos
Minerais

IBÁ DOS SANTOS SILVA - Divisão Técnica de Engenharia do Ambiente

JORGE LUIZ PAES RIOS – Divisão Técnica de Recursos Hídricos e
Saneamento

JOSÉ LEONEL CORTEZ LIMA - Divisão Técnica de Recursos Naturais
Renováveis

MARIAALICE IBAÑEZ DUARTE – Divisão Técnica de Engenharia Química

PAULO MURAT DE SOUSA - Divisão Técnica de Engenharia Química

Recomendações do Congresso:

MÁRCIO PATUSCO LANA LOBO - Diretor Técnico do Clube de Engenharia

Pronunciamentos:

REYNALDO BARROS – Presidente do CREA/RJ

FRANCIS BOGOSSIAN - Presidente do Clube de Engenharia.

16:00h – Sessão Artística Musical – Orquestra de Cordas da Grotta (25º andar)

17:00h – Coquetel (24º andar)

TRABALHOS COMPLETOS

A IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM OBRAS RODOVIÁRIAS – QUALIDADE DA ÁGUA NAS OBRAS DE CONSTRUÇÃO DA PONTE SOBRE O RIO MADEIRA - BR-319/RO

Leonardo da Silva Lima
Jéssica de Freitas Delgado
Carlos Serafim dos Santos

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água - Rio Madeira - Poluição - Esgotos Domésticos

1. OBJETIVO

O presente projeto prestou-se, enquanto estudo de caso, à análise da qualidade das águas do rio Madeira durante a execução das obras de construção da ponte sobre o referido rio. Esse trabalho objetiva apresentar as conclusões obtidas durante a realização das atividades de coleta, interpretação dos dados e análise dos resultados.

O trabalho tem, ao mesmo tempo, importância social, pois constitui subsídio para a discussão de ferramentas e práticas de Gestão Ambiental que possam trazer melhorias substanciais à realização de empreendimentos de infraestrutura.

Resta justificar que a realização das ações de Monitoramento da Qualidade da Água é de suma importância devido ao emprego de óleos e combustíveis em geral usados nos maquinários que servem às obras de construção da ponte. Como as obras foram realizadas dentro da área de APP e no leito do rio Madeira os riscos de contaminação das águas por óleos e graxas, bem como a alteração de outros parâmetros foram potencializados.

Baseado nestes pressupostos torna-se fundamental a realização de ações que tenham como foco a coibição da geração de impactos na qualidade das águas a partir de ações preventivas de redução da fonte ou, caso deflagrado qualquer impacto, de mitigação do mesmo.

O empreendimento da ponte sobre o rio Madeira está localizado no estado de Rondônia, na área urbana da cidade de Porto Velho, mais especificamente no bairro da Balsa, área caracterizada por relevo plano e intensa ação antrópica.

O empreendimento possui a extensão de 975 metros e faz parte da rodovia BR-319/RO. Atualmente a ponte permite o tráfego rápido, sem o uso das balsas como acontecia anteriormente, entre as cidades de Porto Velho/RO e Humaitá/AM. Ademais, se for concluído o trecho de Humaitá/AM – Manaus/AM a rodovia permitirá a ligação por via terrestre da capital do Amazonas com as demais regiões do país.

A rodovia BR-319 faz parte do Sistema de Corredores Estratégicos de Desenvolvimento, um dos principais projetos do governo federal e parte integrante do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC. A realização da construção da ponte em conjunto com as obras da rodovia BR-319 tinham por meta os seguintes itens:

- impulsionar o transporte de cargas e passageiros na região;
- fomentar a ocupação de determinadas áreas da região amazônica;
- aumento na geração de renda da população local;
- além de melhorar o escoamento de toda a produção gerada na parte ocidental da região amazônica.

2. METODOLOGIAS UTILIZADAS

2.1 – Localização dos Pontos de Monitoramento

Para a elaboração das atividades de Monitoramento da Qualidade da Água foram utilizados dados secundários das redes de monitoramento existentes nas Áreas de Influência do empreendimento e informações coletadas em campo.

De acordo com as informações disponibilizadas através de dados secundários foi possível identificar os possíveis impactos que poderiam ser causados pelas obras e seguindo as orientações do órgão licenciador foram estabelecidos os parâmetros da Qualidade da Água mais representativos que seriam analisados. Já os levantamentos de campo possibilitaram a identificação visual das características do corpo hídrico e, as principais fontes de poluição.

Segundo o órgão licenciador, IBAMA, foram definidos 6 (seis) pontos amostrais, conforme detalhado a seguir:

Ponto	Localização	Coordenadas	
01	100 m a montante da ponte,	398.599	9.033.960
02	Eixo da ponte, no centro do canal	398.571	9.034.043
03	100 m a jusante da ponte	398.573	9.034.154
04	500 m a jusante da ponte, no centro do canal	398.547	9.034.541
05	Lagoa dos Milagres	399.025	9.034.030
06	Lagoa dos Milagres	399.120	9.033.523

A localização dos pontos foi propícia para avaliar o ponto a montante das obras de construção; o local de instalação do empreendimento; um ponto logo após a ponte; e outro ponto 500m a jusante. Estes pontos permitiram a avaliação das interferências das obras no corpo hídrico e delimitar as áreas de contaminação.

No caso dos pontos estabelecidos na Lagoa dos Milagres, os mesmos objetivavam avaliar o grau de degradação da mesma por conta do uso e ocupação do solo no seu entorno.



Figura 1 – Recorte de imagem de satélite com a localização dos pontos de Monitoramento da Qualidade da Água.

Na bacia hidrográfica, no qual o rio Madeira está inserido, o regime pluviométrico é marcado por uma estação seca, no meio do ano, e por uma estação úmida, compreendida entre os meses de novembro e março.

2.2 – Parâmetros Analisados

As campanhas de monitoramento foram realizadas com a periodicidade bimestral. A cada dois meses eram realizadas coletas em todos os 6 (seis) pontos de monitoramento. Os parâmetros acompanhados nessas campanhas foram definidos em função do Plano Básico Ambiental – PBA da obra e segundo as orientações do órgão licenciador.

Durante as campanhas de coletas foram analisados diferentes parâmetros físicos e químicos da qualidade da água apresentados de forma resumida a seguir:

Potencial Hidrogeniônico (pH)- Indica a acidez, a neutralidade ou a alcalinidade de um meio, estando relacionado a concentração de íons de hidrogênio encontrado em uma solução. Possui uma influência sobre os ecossistemas aquáticos

naturais, que ocorre diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Há também o efeito indireto que é muito importante onde, em determinadas condições de pH, contribui para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados. Sua análise deve ser realizada imediatamente em campo;

Condutividade Elétrica – Assinala a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Apresenta dependência das concentrações iônicas e da temperatura e expressa a quantidade de sais existentes na coluna d'água, representando então, uma medida indireta da concentração de poluentes. Ambientes impactados apresentam, no geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água. Para sua coleta foram utilizados frascos de plástico (polietileno ou equivalente) e/ou vidro e armazenadas sobre refrigeração;

Turbidez – Aponta o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, em virtude da presença de sólidos em suspensão, como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, como algas e bactérias, plâncton em geral, dentre outros. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas pode resultar em aumento da turbidez das águas. Além disso, os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Com a alta turbidez, ocorre uma redução da fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas, podendo suprimir a produtividade de peixes. A partir dessas informações, é possível concluir que a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. As análises de turbidez foram realizadas imediatamente em campo;

Sólidos Totais Dissolvidos e em Suspensão – Representam toda matéria que

permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré estabelecida durante um tempo fixado. Os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática, pois ao sedimentar no leito dos rios destrói organismos que fornecem alimentos ou, também, danifica os leitos de desova de peixes. Além disso, os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas. Para sua coleta foram utilizados frascos de vidro e armazenados sobre refrigeração até o envio para o laboratório;

Temperatura – As variações na temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial sofre interferência de diversos elementos, como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. Os despejos industriais e usinas termoelétricas podem provocar elevações na temperatura, que possui um papel crucial na manutenção do meio aquático, visto que organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo. Sua análise deve ser feita imediatamente em campo. No caso em apreço o corpo hídrico sofre influência de despejos industriais oriundos da Cargil que fica localizada na margem direita do rio Madeira;

Mercúrio – O mercúrio pode apresentar fonte antropogênica no meio aquático, e pode ter a sua origem oriunda de vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, indústrias de tintas, dentre outros. Na área em estudo a poluição por mercúrio advém principalmente de atividades de garimpo usadas na extração do ouro. O mercúrio ocorre de forma inorgânica na água superficial e subterrânea e suas concentrações geralmente estão abaixo de 0,5 µg/L. A principal via de exposição humana ao mercúrio é por ingestão de alimentos, sendo altamente tóxico, podendo ser letal. O pescado é

um dos maiores contribuintes para a transferência de mercúrio para o homem, sendo que este se mostra mais tóxico na forma de compostos organo-metálicos. Para a análise da presença de mercúrio nas amostras de água foram utilizados frascos de vidro escuro que posteriormente foram armazenados com gelo;

Oxigênio Dissolvido – O oxigênio proveniente da atmosfera dissolve-se nas águas naturais. A turbidez e a cor elevadas dificultam a penetração dos raios solares e com isso poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver. A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz. Num corpo d'água eutrofizado, o crescimento excessivo de algas pode “mascarar” a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, um corpo d'água com crescimento excessivo de algas pode apresentar, durante o período diurno, concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade da água, nos quais podem se formar crostas verdes de algas à superfície. Nas lagoas de estabilização fotossintéticas, usadas para o tratamento de esgotos, recorre-se à fotossíntese como fonte natural de oxigênio para a decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos heterotróficos que, por sua vez, produzem gás carbônico, matéria prima para o processo fotossintético. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida

aquática;

Nitrogênio Total – As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico, devido à presença de proteínas, e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da uréia na água. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. A atmosfera é outra fonte importante devido a diversos mecanismos como a biofixação desempenhada por bactérias e algas presentes nos corpos hídricos, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas; a fixação química, reação que depende da presença de luz, também acarreta a presença de amônia e nitratos nas águas, pois a chuva transporta tais substâncias, bem como as partículas contendo nitrogênio orgânico para os corpos hídricos;

DBO ou Demanda Bioquímica de Oxigênio - Representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo hídrico, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Para sua coleta podem ser utilizados frascos de vidro escuro e armazenados sobre refrigeração;

DQO ou demanda química de oxigênio - É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, como o dicromato de potássio. O aumento da concentração de DQO num corpo hídrico deve-se principalmente a despejos de origem industrial. Para

sua coleta foram utilizados frascos plásticos descartáveis (de polímero inerte), do tipo pote e armazenado sobre refrigeração;

Fósforo Total - A principal fonte de fósforo em águas naturais são as descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais. Para sua coleta podem ser utilizados frascos de vidro escuro e armazenados sobre refrigeração;

Salinidade - Verifica-se a quantidade de sal presente nas águas;

Coliformes Termotolerantes - São definidos como microrganismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a 44 - 45°C, sendo representados principalmente pela *Escherichia coli* e, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Dentre esses microrganismos, somente a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. Os demais podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição. Podem ser encontrados igualmente em águas de regiões tropicais ou sub-tropicais, sem qualquer poluição evidente por material de origem fecal. Entretanto, sua presença em águas de regiões de clima quente não pode ser ignorada, pois não pode ser excluída, nesse caso, a possibilidade da presença de microrganismos patogênicos. Para sua coleta podem ser utilizados frascos de vidro escuro e armazenados sobre refrigeração.

Os procedimentos de coleta foram baseados no “Guia de Coleta e

Preservação de Amostras de Água” (CETESB, 1988) e no roteiro do Standard Methods (APHA, 2005), que contém informações sobre a forma adequada do acondicionamento das amostras, armazenamento e tempo máximo permitido entre a coleta e a análise, de maneira a não comprometer a integridade da amostra e consequentemente os resultados das análises.

Desta forma foram tomados alguns cuidados importantes, como: verificação da limpeza dos frascos e demais equipamentos, verificação da validade dos frascos e reagentes utilizados, assim como o cuidado no uso de frascos adequados para cada tipo de parâmetro e sua limpeza interna, ambientalização dos equipamentos de coleta, garantia de que as amostras líquidas não possuíam partículas grandes, coleta em volume suficiente, acondicionamento em caixas térmicas com gelo de acordo com a necessidade das amostras e registros de todas as informações de campo.

Para a aferição dos índices que não foram analisados em campo, a água foi coletada e acondicionada em frascos de plástico ou vidro de acordo com o parâmetro a ser analisado. Todos os frascos foram devidamente identificados de acordo com o ponto coletado e a data da coleta. Além disso, eram acondicionados em isopores com gelo, para que as características dos parâmetros fossem mantidas. Todos os parâmetros foram analisados em concordância com os índices preconizados na Resolução CONAMA nº 357/2005, a partir das amostras coletadas e enviadas para análise microscópica.

Foram realizadas amostragens manuais que consistiram na imersão de um frasco no corpo d'água, com a boca voltada para baixo até cerca de 30 cm de profundidade, inclinando-o com a boca posicionada na direção da corrente até enchê-lo.

2.3 – Metodologia de Análise

Análises bacteriológicas (coliforme total e *Escherichia coli*)

Para esta determinação foi utilizado o método da membrana filtrante. Após a filtragem das amostras que foram feitas com diluições de 10% ou 1% baseadas em históricos dos pontos, a membrana filtrante é transferida para a superfície do meio

Agar Endo, com posterior incubação a $35 \pm 0,2$ °C por 24 horas. Após o período de incubação, efetua-se a contagem das colônias típicas de coliformes totais (com coloração rosa).

Os parâmetros pH, Temperatura, Condutividade Elétrica, Turbidez, Oxigênio Dissolvido e Salinidade foram determinados em campo, com a utilização de sonda multiparâmetros Horiba U-10. A conferência ocorreu com o mergulho da sonda diretamente no ponto de coleta, onde se esperou estabilizar a leitura no visor do aparelho, quando, então, se procedeu ao devido registro do valor lido.

Os demais parâmetros foram analisados em laboratórios.

3. RESULTADOS OBTIDOS

Durante a realização das atividades de monitoramento da Qualidade da Água e baseado na bibliografia disponível constatou-se que as águas do rio Madeira apresentam uso compatível com águas de classe 2, as quais são destinadas: ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário; a atividade de pesca; a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas que são consumidas cruas.

Desta forma, os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos deste rio foram avaliados em função dos limites estabelecidos para as águas de classe 2.

Os parâmetros analisados foram avaliados de acordo com valores máximos permissíveis (VMP) recomendados por intermédio da portaria nº518/2005 – Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, do Ministério da Saúde; e resolução N° 350/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente.

[illegible]

Os pontos amostrais apresentaram faixa de pH entre 6,99 a 7,40 o que caracteriza águas levemente alcalinas tendendo a neutro.

Com relação à salinidade o Rio Madeira podem ser classificado como de água doce classe II.

Em relação à turbidez todos os seis pontos amostrais estão em desconformidade com a legislação, os valores estabelecidos pela legislação vigente preconiza até 100 UT. A turbidez do rio Madeira está associada, dentre outros fatores, ao fenômeno de erosão das margens conhecido popularmente como Terras Caídas. A erosão nas margens do Madeira é inerente ao mesmo, de tal forma que seu nome provém dos troncos das árvores, que vão sendo engolidas pelo leito do rio, dada a velocidade do fluxo de sua água, promovendo o fenômeno citado anteriormente.

Quanto ao parâmetro óleos e graxas, os valores foram na maioria das vezes <10 em todos os pontos amostrais.

Para 5 (cinco) pontos amostrados, os valores demonstram que as águas encontram-se com teores dentro da faixa de qualidade Regular (83,3%) e para o ponto QARMP6 (Lagoa dos Milagres), encontra-se com teor dentro da faixa de qualidade Ruim (26,7%)

A qualidade das águas superficiais contidas nas áreas de influência do empreendimento é, de modo geral, de qualidade satisfatória, excetuando-se a lagoa dos Milagres, cuja água se encontra contaminada pelo lançamento de esgotos domésticos, provenientes das residências instaladas diretamente ou muito próximas à sua margem.

O parâmetro Turbidez foi o que apresentou os resultados mais insatisfatórios, pois, em todos os seis pontos amostrados o índice excedeu o aceitável pelas normas vigentes.

Ao longo das campanhas também foram verificadas altas concentrações de fósforo total, observadas em três pontos. Esse resultado pode ser inicialmente atribuído aos sólidos em suspensão e sólidos solutos, que na natureza é proveniente da dissolução dos solos e decomposição de matéria orgânica. Ressalta-se também

que esse trecho, onde ocorreu o monitoramento da Qualidade da Água do rio Madeira, encontra-se sob a influência da cidade de Porto Velho, que não trata os efluentes provenientes dos esgotos domésticos e são lançados in natura no rio.

A qualidade das águas superficiais contidas nas áreas de influência do empreendimento é, de modo geral, de qualidade satisfatória, excetuando-se a lagoa dos Milagres, cuja água se encontra contaminada pelo lançamento de esgotos domésticos, provenientes das residências instaladas diretamente ou muito próximas à sua margem.

Pode-se concluir que todas as variáveis estudadas estão dentro das normalidades, estabelecida pela resolução do CONAMA 357/05 para águas de classe 2, mesmo sob pressões antrópicas, sendo que também não foi observado nenhum local eutrofizado, ou seja, com níveis de nutrientes elevados.

4. CONCLUSÕES

No tocante à questão ambiental o trabalho pôs em evidência que os problemas de Qualidade da Água na região ocorrem principalmente nos rios de pequeno e médio porte, como é o caso de igarapés que atravessam áreas urbanas.

Nos grandes rios, os problemas relacionados a poluição por esgoto doméstico são menos frequentes, devido a grande capacidade de diluição destes corpos d'água. Nestes rios, as questões relacionadas ao mercúrio, aos nutrientes e aos sedimentos são mais relevantes, estando relacionadas às atividades de garimpo e alteração do uso dos solos.

Constatou-se que nas bacias do rio Madeira existem fontes localizadas que alteram a qualidade da água, principalmente associadas as atividades de garimpo, expansão das atividades agrícolas e áreas urbanas. Logo esses locais devem ser prioritários para o monitoramento da qualidade da água, particularmente nos trechos sob influência das atividades de garimpo, da expansão agrícola e da urbanização.

Além disso, foi possível verificar que o Monitoramento da Qualidade da Água teve como propósito minimizar os impactos diretos e indiretos da obra e aventar medidas construtivas ambientalmente corretas que evitem a contaminação das águas durante o processo de instalação do empreendimento.

5. REFERÊNCIAS

ABNT. 1987a. NBR9897. **Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT. 1987b. NBR9898. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. **Caderno de Recursos Hídricos**, Brasília: Agência Nacional de Águas, 264p., 2012.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. Ed. New York, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional de Meio Ambiente/CONAMA. **RESOLUÇÃO Nº 357**. Brasília, 17 de março de 2005. **Manual de operação Smart Colorimeter**. Revisão 05/2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Coleta e Preservação de Amostras de Água**. 1988. 160 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo**. 2001.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

(EMBRAPA; EPAMIG, 1982).

ESTEVEES, F.A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda, 602 p.

ESTUDO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE DRENAGEM URBANA COMO PROPOSTA DE GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

Alfredo Akira Ohnuma Júnior

Eduardo Mario Mendiando

1. INTRODUÇÃO

As condições hidrometeorológicas adversas ou anormais observadas no ano 2014, caracterizadas por pequenas lâminas de precipitação e baixos níveis de vazão em rios e mananciais, resultaram numa redução significativa de volumes armazenados nos reservatórios de abastecimento, especialmente nas regiões de cidades com alta densidade demográfica, elevado consumo de água e intensa urbanização, como São Paulo e Rio de Janeiro. Segundo o Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul, cujas informações auxiliam na tomada de decisões para garantir os usos múltiplos dos recursos hídricos para Região Metropolitana do Rio de Janeiro, o final do ano 2014 apresentou 2,6% do volume útil observado no reservatório equivalente, o que corresponde à uma situação bastante crítica e emergencial de respostas de adaptação no atendimento dos usos múltiplos da água (ANA, 2015).

Por outro lado, apesar das condições anormais de estiagens prolongadas jamais observadas na história de dados pluviométricos monitorados desde 1910, principalmente na região Sudeste, chuvas intensas quando ocorrem sobrecarregam redes de drenagem, cuja incapacidade para transportar elevados volumes de escoamento superficial provocam o extravazamento de canais e, conseqüentemente, às inundações urbanas. Como um dos principais responsáveis pelo desencadeamento de uma série de problemas de infra-estrutura urbana, tem-se o desenvolvimento das cidades sem o adequado planejamento, sobretudo nas grandes metrópoles. O uso e a ocupação do solo em áreas irregulares ou próximo das margens dos rios, associados aos eventos pluviométricos extremos, acarretam também riscos de desastres naturais devido à vulnerabilidade de áreas expostas.

Para minimizar os impactos das condições extremas das águas pluviais,

tradicionalmente são adotadas medidas estruturais e não-estruturais, relacionadas às obras de contenção, aos programas ou sistemas de prevenção e combate às cheias urbanas, assim como ações de redução do consumo de água. No entanto, são altos os custos de implantação, manutenção e operação dessas medidas, além de alguns casos demonstrarem baixa eficácia na capacidade de controle de vazões máximas. Tem-se observado que à medida que se estabelece a densificação do espaço urbano, torna-se inviável economicamente adotar medidas de grande porte eficazes para o combate aos eventos adversos (PROSAB, 2009).

Atualmente, inúmeras ações e medidas, como as técnicas compensatórias em drenagem de águas pluviais, têm sido adotadas para contribuir com a manutenção da segurança hídrica e de garantia dos usos múltiplos dos recursos hídricos, sobretudo em bacias urbanizadas. As trincheiras de infiltração são consideradas alternativas aos métodos clássicos de captação das águas pluviais. São estruturas capazes de armazenar a água por um determinado período de tempo, cuja infiltração ocorre naturalmente pelo solo a partir da área drenante na superfície. Também são denominadas trincheiras de percolação ou trincheiras drenantes, sendo consideradas uma das principais técnicas compensatórias em drenagem urbana. Quando instaladas em áreas de lotes, sua aplicação tende a reduzir os volumes de cheias e retardar os picos de hidrogramas (GRACIOSA, 2005).

Assim como as trincheiras de infiltração, o plantio de vegetação em coberturas de edificações ajuda a retardar os volumes de escoamento superficial das águas pluviais. Telhados verdes são estruturas que também possuem capacidade de retenção de parte do volume precipitado em função, especialmente de determinadas condições físicas, como: declividade do telhado, umidade antecedente do solo, espessura e composição da camada de substrato (OHNUMA JR. *et al.*, 2015).

A adoção de sistemas de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais para uso posterior em edificações, quando bem planejada, implica na redução do consumo por se tratar de uma fonte alternativa de abastecimento de água. A viabilidade na implantação, manutenção e operação do sistema em lotes urbanos para suprir demandas menos exigentes, sobretudo para fins não- potáveis,

ajuda a desafogar galerias pluviais e mitigar o impacto das inundações e da poluição difusa (OHNUMA JR, 2014).

2. OBJETIVOS

Apresentar e discutir técnicas compensatórias de drenagem das águas pluviais aplicadas na microdrenagem urbana na escala de lote como proposta de conservação dos recursos hídricos.

3. METODOLOGIA

O trabalho consiste de seleção de uma determinada região densamente urbanizada para composição de técnicas compensatórias de drenagem de águas pluviais em lote domiciliar. Para efeito de cálculo, o estudo associa às condições pluviométricas locais para um dado local hipoteticamente situado na Grande Tijuca, região Norte do município do Rio de Janeiro-RJ, área considerada de elevada densidade demográfica, urbanização e frequência de ocorrência de inundações. Embora com mudanças estruturais significativas de combate às inundações na região (PDMAP-RJ, 2010), a Grande Tijuca apresenta classificação de risco hídrico alto (Figura 1) se comparado com outros locais (COSTA, 2014).

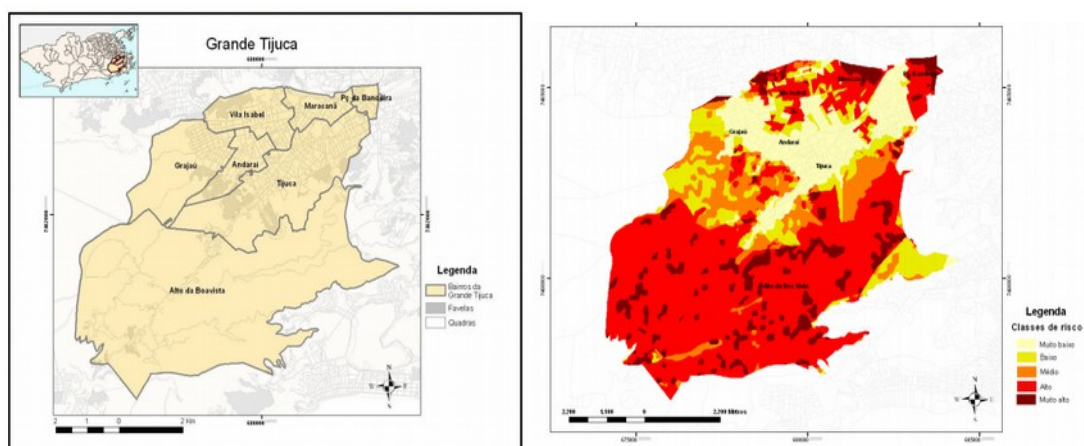


Figura 1: Mapa de classificação de Índice de Risco Hídrico na Grande Tijuca, RJ (COSTA, 2014).

A seleção de área de lote com uso e ocupação do solo do tipo residencial é hipotética para a implantação das seguintes técnicas compensatórias de drenagem das águas pluviais: sistema de captação e armazenamento de água da chuva, telhado verde e trincheira de infiltração. Para a execução *in loco* das técnicas compensatórias, sobretudo das valas de infiltração, é recomendado localizá-las na cota topográfica inferior do terreno de forma aproveitar às condições do relevo no sentido do escoamento superficial das águas pluviais por gravidade (Figura 2). O lote apresenta área total de 200m², sendo 48m² de área de cobertura, 65m² de jardim e o restante de área impermeável em concreto para calçamento.

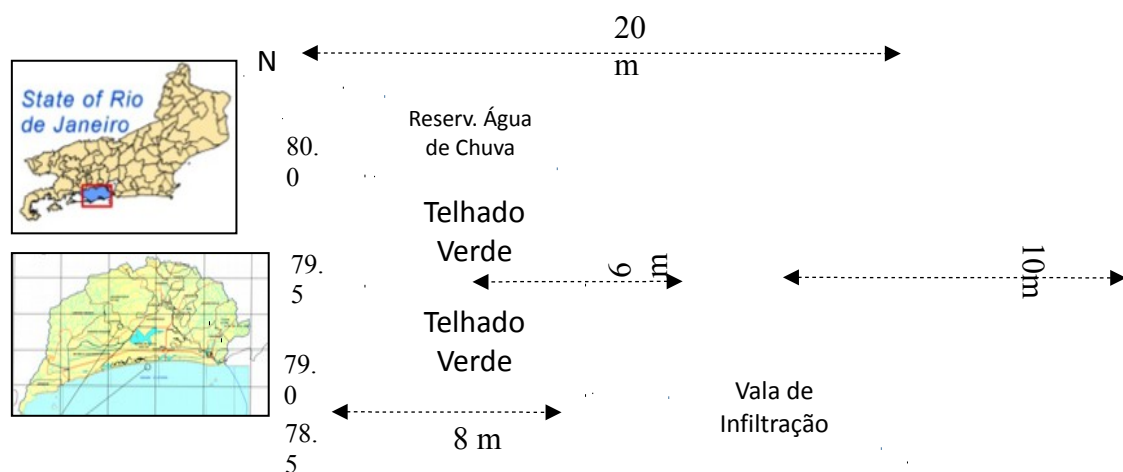


Figura 2: Área de implantação de técnicas compensatórias de drenagem urbana em lote residencial no bairro da Tijuca, RJ.

Dimensionamento da trincheira de infiltração

No dimensionamento das estruturas, além da intensidade pluviométrica e da área de drenagem, são aplicados outros parâmetros de cálculo, como: o coeficiente de escoamento superficial, de forma obter a partir do método racional a vazão efluente e, os dados de consumo de água domiciliar, para se obter as dimensões do

reservatório de aproveitamento de águas pluviais. O cálculo da intensidade pluviométrica considera a equação de chuva (1) do pluviômetro de Sabóia Lima (RIO ÁGUAS, 2010). Sendo: i a intensidade pluviométrica (mm/h); TR o período de retorno (anos) e t como a duração da chuva (minutos).

$$i = \frac{1782 \cdot TR^{0,17}}{(t + 16,6)^{0,841}} \quad (1)$$

O dimensionamento da trincheira é baseado no Método da Curva Envelope ou *Rain Envelope Method* (REM), que consiste do cálculo do volume de armazenamento como a diferença entre o volume de entrada e o volume de saída da trincheira (JONASSON, 1984 e URBONAS e STAHR, 1993). O volume de entrada ou precipitado V_p é a vazão afluyente multiplicada pela duração da chuva Δt , obtido pela equação (2) que é baseada no método racional, sendo: V_p o volume precipitado (m^3); c como o coeficiente de escoamento; i a intensidade pluviométrica (mm/h); A como área de contribuição do lote (Km^2) e Δt a duração da chuva (segundos).

$$V_p = (0,278 \cdot c \cdot i \cdot A) \times \Delta t \quad (2)$$

A infiltração acumulada I_{ac} (m^3/m^2) no dispositivo é obtida pela equação (3). O termo S é a sortividade do solo ($m^3/s.m^2$); FS o fator de segurança devido a perda da infiltração no decorrer do tempo (adimensional) e Δt a duração da chuva (segundos).

$$I_{ac} = \frac{S \cdot \sqrt{\Delta t}}{FS} \quad (3)$$

Considera-se desprezível a superfície lateral de infiltração nas extremidades da trincheira e, após algum tempo de uso, considera-se também que a área da base da trincheira torna-se totalmente colmatada. Portanto, o volume infiltrado V_i (m^3) é o resultado da equação (4) que é a multiplicação da infiltração acumulada I_{ac} (m^3/m^2) pela área de infiltração na trincheira A_i (m^2).

$$V_i = I_{ac} \cdot A_i \quad (4)$$

A diferença entre o volume precipitado V_p e o volume infiltrado V_i , cujo resultado da relação com a porosidade da brita ϕ , estima-se o volume final da trincheira de infiltração V_{tr} (equação 5).

$$V_{tr} = \frac{V_p - V_i}{\phi} \quad (5)$$

De forma obter o volume precipitado, para definição das áreas de contribuição, correspondentes à drenagem efetiva das águas pluviais em direção à trincheira, são consideradas áreas de calçamentos do tipo impermeáveis em concreto e áreas permeáveis em grama.

Influência de variáveis bio-físicas no telhado verde

A capacidade de retenção de parte do volume precipitado sobre o telhado verde considera o período seco e úmido a partir de dados de precipitação média mensal obtidos pela estação Tijuca entre 1997 e 2014 (ALERTA RIO, 2015). Sobre o telhado verde foi considerada retenção média de 56% no período úmido (OHNUMA JR, ALMEIDA NETO e MENDIONDO, 2014) e 76% no período seco (HAKIMDAVAR *et al.*, 2014).

Os dados de retenção das águas pluviais sobre o telhado verde são estimativos de forma utilizá-los como de referência para o cálculo do coeficiente de escoamento e da precipitação efetiva. O estudo de retenção das águas pluviais na camada de substrato do telhado verde considera variáveis bio-físicas à medida que são capazes de influenciar diretamente no volume armazenado. Além das condições de umidade antecedente e da intensidade pluviométrica do local, que estabelecem às condições de períodos secos e úmidos, fundamentalmente há necessidade de examinar também outras variáveis bio-físicas do telhado verde de forma otimizar a capacidade de retenção hídrica, como (Figura 3): as propriedades do solo

(sortividade, condutividade hidráulica, porosidade), a espécie de plantio (densidade foliar, índice de área foliar), a camada de substrato (espessura, composição) e a geometria da cobertura (inclinação, área, volume) (OHNUMA JR *et al.*, 2015).

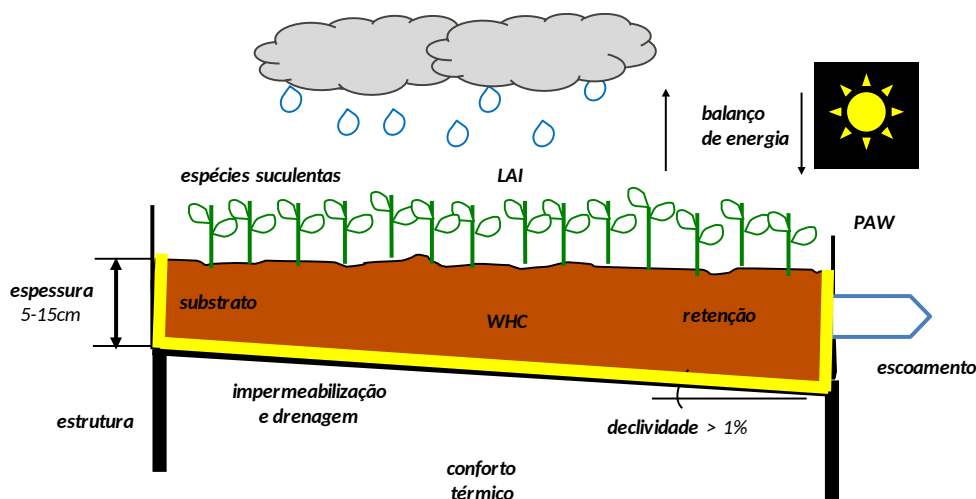


Figura 3: Critérios técnicos fundamentais para instalação de telhados verdes (OHNUMA JR *et al.*, 2015).

Embora haja uma grande variedade de espécies de plantio para aplicação em telhados verdes, as mais recomendadas são aquelas que exigem pouca manutenção, capazes de suportar grandes períodos sem água, como por exemplo as espécies suculentas do tipo *sedum*. Outras espécies recomendadas por dispensarem irrigação intensiva são: rabo de gato (*Acalypha reptans*), orelha de rato (*Dichondra repens*), cambará (*Lantana camara*), clúsia (*Clusia fluminensis*), saião (*Kalanchoe brasiliensis cambess*), capim-chorão (*Eragrostis curvula*), mal-me-quer (*Wedelia paludosa*), esmeralda (*Zoysia japonica*). Telhados verdes extensivos também suportam espécies comestíveis e de interesse social, como hortaliças e temperos do tipo: hortelã, alecrim, manjerição, cebolinha, etc (OLIVEIRA, PIMENTEL DA SILVA e MARY, 2009; OHNUMA JR, 2008).

Sistema de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais

As instalações do sistema de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais seguem normas brasileiras, como a: NBR 15527:2007 e NBR 10844: 1989. No entanto, são apreciadas outras metodologias de dimensionamento de reservatórios como alternativas aos métodos apresentados pela NBR 15527:2007, devido questionamentos de projeto e critérios técnicos obtidos em trabalhos similares (FENDRICH, 2009; MIERZWA *et al.*, 2007).

Os métodos de dimensionamento de reservatórios de armazenamento de águas pluviais apreciados neste trabalho estão relacionados com determinados requisitos ou conceitos fundamentais correspondentes por referência (Tabela 1):

Tabela 1: Métodos de dimensionamento de reservatórios de aproveitamento de águas pluviais (FENDRICH, 2009 adaptado).

N	Método de Dimensionamento	Referência: Ano	Requisito / Análise
1	<i>Azevedo Neto</i>	NBR 15527:2007	Precipitação anual
2	<i>Prático Alemão</i>	NBR 15527:2007	Demanda mensal de usuários
3	<i>Prático Australiano</i>	NBR 15527:2007	Demanda mensal de usuários
4	<i>Prático Inglês</i>	NBR 15527:2007	Precipitação anual
5	<i>Rippl</i>	NBR 15527:2007	Regularização de vazão
6	<i>Simulação</i>	NBR 15527:2007	Regularização de vazão
7	<i>Máximo Aproveitamento (MMA)</i>	MIERZWA:2007	Precipitação e demanda diária
8	<i>Dias Consecutivos Sem Chuva</i>	KOBIYAMA:2002	Sazonalidade diária

Ambos Métodos do Máximo Aproveitamento (MMA) e do Dias Consecutivos Sem Chuva (MDCSC) estimam reservatórios a partir de demandas diárias, baseado sobretudo nas alturas pluviométricas. Além disso, o MMA simula vazões de entrada em função da área de cobertura e descarte inicial (*first-flush*) a partir de um balanço de vazões para diferentes volumes de reservatórios. Em condições similares de

análise da precipitação diária, o MDCSC identifica o maior número de dias consecutivos sem chuvas a partir de uma série histórica obtida de pluviômetro da área de estudo. Os dados consideram dias sem chuva àqueles com menos de 1 mm de precipitação diária (KOBAYAMA e HANSEN, 2002), com ajuste estatístico de distribuição de frequência de Gumbel para diferentes períodos de retorno.

Para estimativa da demanda de aproveitamento da água da chuva para uso não-potável na edificação são avaliadas 3 opções de consumo correspondente à: irrigação de jardins (2 L/m²), vaso sanitário (10 L/descarga) e lavagem de pisos (4 L/m²), com uso variável estimado, respectivamente de: 6 vezes ao mês (irrigação), 5 acionamentos por pessoa por dia (descarga sanitária) e 4 vezes ao mês na limpeza de pisos (PROSAB, 2006 adaptado). No entanto, dadas às condições do sistema de captação das águas pluviais possuir vegetação na área de cobertura, os usos para lavagem de piso e vaso sanitário foram desconsiderados. Com objetivo de aproveitar possíveis nutrientes originados da vegetação no telhado verde, optou-se pelo aproveitamento da água da chuva a partir de um sistema de fertirrigação de modo promover o uso de uma fonte prontamente disponível de qualidade e na redução do uso de fertilizantes químicos (VAN DER HOEK *et al.*, 2002).

4. RESULTADOS

Num total de 18 anos, desde janeiro de 1997 até dezembro de 2014, são obtidas as médias do total pluviométrico mensal monitorado pela estação Tijuca do Sistema Alerta Rio (ALERTARIO, 2015) da Prefeitura do Município do Rio de Janeiro (Figura 4). Com total pluviométrico anual de 1548 mm, obtido pela soma das médias mensais, o bairro da Tijuca está entre as 6 regiões de maior incidência de chuvas no município do Rio de Janeiro, sendo o bairro Alto da Boa Vista o local de maior pluviosidade total anual no município com cerca de 2400 mm.

Na análise dos dados pluviométricos é possível também estabelecer períodos secos (PS) e úmidos (PU) baseados na sazonalidade de ocorrência das chuvas, correspondente aos períodos de maior volume pluviométrico mensal observado pela estação em comparação com a média observada ao longo de 15 anos (Figura 5).

Nessas condições, pode-se avaliar períodos de maior capacidade para a captação, o armazenamento e o aproveitamento de parte dos volumes precipitados, assim como estimar períodos em que a precipitação pode superar a capacidade de infiltração da água da chuva no solo de modo que ocorra a geração de maior volume de escoamento superficial.

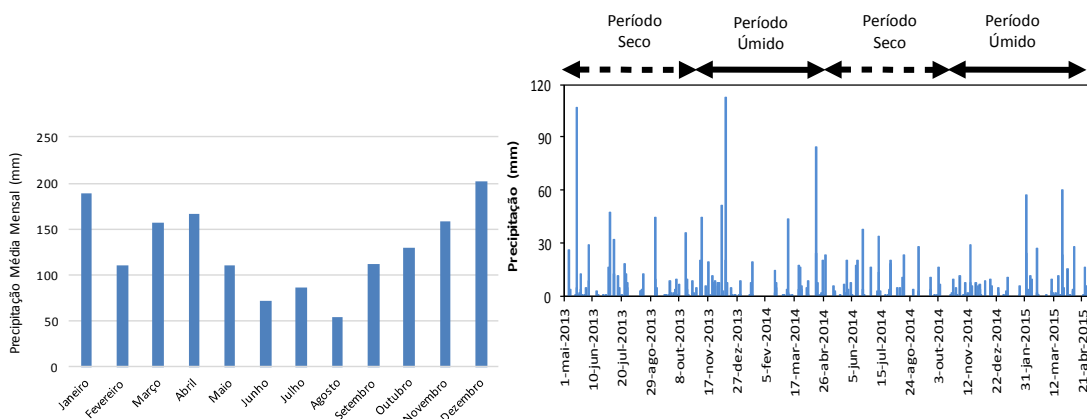


Figura 4: Precipitação média mensal (mm) da Estação Tijuca (ALERTARIO, 2015) entre 1997 e 2014

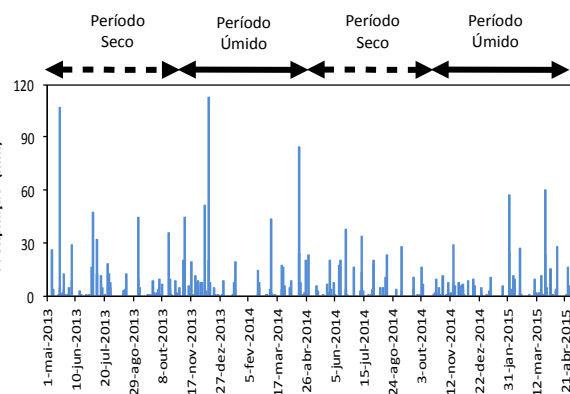


Figura 5: Exemplo de determinação de períodos correspondentes a precipitação diária úmida e seca

Na avaliação da intermitência pluviométrica, correspondente aos períodos secos e úmidos, considera-se o total de precipitação média mensal entre 1997 e 2014 define-se os maiores volumes (Tabela 2).

Tabela 2: Média mensal de precipitação P (mm) da estação Tijuca entre 1997 e 2014 (ALERTA RIO, 2015).

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agosto	Set	Out	Nov	Dez	Total
P (mm)	190	111	156	166	110	73	87	55	113	129	159	201	1548
Condição	PU	PU	PU	PU	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PU	PU	

NOTA: PU: Período Úmido; PS: Período Seco

Parâmetros de cálculo para o dimensionamento da trincheira de infiltração

Ao considerar um período de retorno TR de 2 anos para uma chuva de duração com 30 minutos, determina-se uma intensidade pluviométrica de 79,2 mm/h a partir da equação de chuva de Sabóia Lima (RIO ÁGUAS, 2010). O volume precipitado correspondente a vazão de entrada pela duração da chuva é obtido com a equação do método racional. Os resultados finais para o dimensionamento da trincheira de infiltração consideram os parâmetros de entrada da Tabela 3 e os resultados obtidos na Tabela 4.

Tabela 3: Dados de entrada para o cálculo da trincheira de infiltração pelo Método da Curva Envelope.

N	Descrição	Variável	Valor
1	Período de Retorno	TR	2 anos
2	Duração da chuva	t	30 minutos
3	Coeficiente de escoamento da edificação	C_{edif}	0,90
4	Coeficiente de escoamento de grama	C_{grama}	0,15
5	Sortividade do solo	S	0,00571
6	Fator de segurança	FS	2
7	Porosidade da brita	\square	45%

Tabela 4: Resultados de cálculo da trincheira de infiltração pelo Método da Curva Envelope.

N	Descrição	Variável	Valor
1	Intensidade pluviométrica	I	79,7 mm/h
2	Área de edificação	A_{edif}	87 m ²
3	Área de grama	A_{grama}	113 m ²
4	Vazão gerada pela área de edificação	Q_{edif}	$1,73 \times 10^{-3}$ m ³ /s
5	Vazão gerada pela área de grama	Q_{grama}	$0,38 \times 10^{-3}$ m ³ /s
6	Vazão total gerada pela área do lote	Q_{total}	$2,11 \times 10^{-3}$ m ³ /s
7	Volume precipitado	V_{prec}	3,80 m ³
8	Sortividade do solo corrigido	S'	0,002855
9	Infiltração acumulada	I_{acum}	0,1211 m ³ /m ²
10	Altura da trincheira	H	0,8 m
11	Comprimento da trincheira	L	8,0 m
12	Volume infiltrado	V_{inf}	0,78 m ³
13	Volume da trincheira	V_{trinc}	6,72 m ³
14	Largura da trincheira	B	1,05 m

A sortividade do solo relacionada com o fator de segurança e a duração da chuva a partir da equação (3) se obtém a correção da taxa de infiltração acumulada. O volume infiltrado e o volume da trincheira são obtidos pelas equações (4) e (5). Os resultados finais estimam as dimensões da trincheira de infiltração com $(8,0 \times 1,0 \times 0,8) \text{ m}^3$, cujo volume tem capacidade para suportar uma chuva com período de retorno de 2 anos de intensidade até 79,2 mm/h.

Quando o uso e a ocupação do solo é do tipo tradicional resulta cerca de 58% de escoamento do total precipitado. Na mesma área, com as valetas de infiltração, pode-se reduzir para 9% a parcela do volume de escoamento superficial (Figura 6).

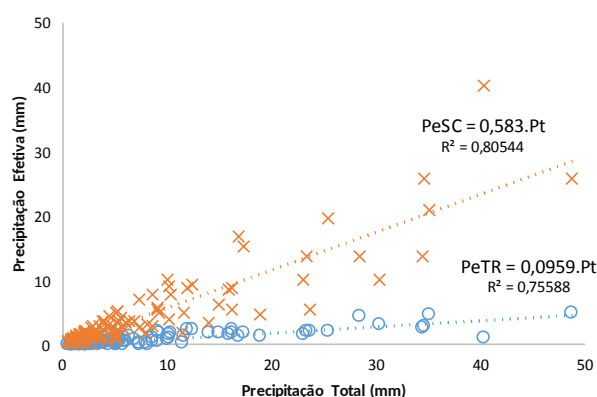


Figura 6: Coeficiente de escoamento gerado pela trincheira de infiltração e sistema de drenagem convencional.

Na condição de vazões excedentes são previstas à instalação de tubulações de saída na seção jusante da trincheira de modo permitir o extravasamento para o sistema de microdrenagem. Pode-se instalar também poços de infiltração na seção jusante do dispositivo capazes de assegurar não somente volumes excedentes, como promover o armazenamento temporário para posterior infiltração e recarga do aquífero subterrâneo. É fundamental observar também as propriedades físicas do solo, associadas às intensidades pluviométricas e respectivas condições de umidade antecedente, pois são critérios de controle da infiltração da água da chuva, de forma

possibilitar maiores volume de reservação.

Estudo de retenção das águas pluviais sobre o telhado verde

A capacidade de retenção das águas pluviais sobre o telhado verde considera a relação entre o total precipitado e a precipitação efetiva P_e de forma obter o coeficiente de escoamento superficial do telhado verde. Quando avaliada a eficiência de coberturas com vegetação em relação às telhas convencionais de fibrocimento (TC), os telhados verdes (TV) podem reduzir de 90% de parcela do escoamento superficial para 38% de volume escoado (Figura 7).

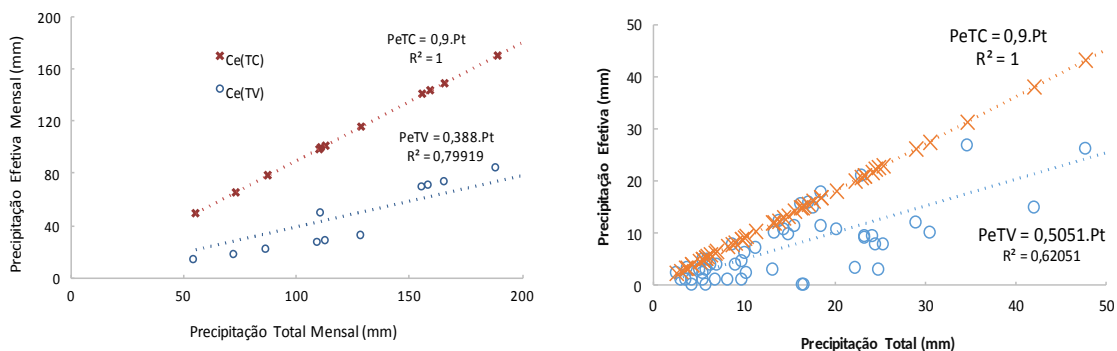


Figura 7. Eficiência na retenção de águas pluviais pelo telhado verde (TV) em relação às telhas convencionais (TC).

O efeito de amenizar o *runoff* consiste do armazenamento das águas pluviais na camada do substrato e liberação de forma distribuída do excesso no decorrer do tempo. A capacidade de armazenamento do solo depende diretamente das variáveis bio-físicas do telhado verde e dos eventos de precipitação e podem diminuir à medida que aumenta a umidade do solo no decorrer dos eventos. Portanto, o volume ou o coeficiente de escoamento do telhado verde pode variar, sobretudo pela diminuição da taxa de infiltração em função do tempo e da umidade do solo que está diretamente relacionada com os eventos de precipitação antecedente.

Dimensionamento do reservatório de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais

O sistema de captação das águas pluviais com aproveitamento para fins menos nobres ou de uso não-potável (Tabela 5) é composto essencialmente pelo reservatório, cujas dimensões devem ser compatíveis com a área do terreno, índices pluviométricos e consumo de água em função do tipo de ocupação. Para estimativa de uso do vaso sanitário, considera-se ambiente familiar composto por 4 pessoas

e 30 dias ao mês. O sistema de irrigação prevê aplicação em área total de 113 m², composta por áreas de telhado verde com 48 m² e 65 m² de jardinagem. A área de 87 m² corresponde a área de limpeza de piso que consiste de calçamentos em áreas externas e garagem.

Tabela 5: Potencial de volume total de água consumido em edificação domiciliar (PROSAB, 2006 adaptado).

Uso	Consumo	Quantidade	Total Mês (L)	Total Mês (m³)
Vaso Sanitário	10 L/descarga	5 vezes/dia.pessoa	6000	6,00
Lavagem de piso	4 L/m ²	4 vezes/mês	1392	1,39
Irrigação	2 L/m ²	6 vezes/mês	1356	1,36
		TOTAL	8748	8,75

Neste trabalho, a irrigação de áreas de vegetação é a demanda considerada para o aproveitamento das águas pluviais. Embora seja para uso não-potável, recomenda-se realizar controle de qualidade da água da chuva e verificação de necessidade de tratamento específico, especialmente quando em condições de:

- armazenamento por longos períodos de tempo,
- superfícies com potencial de elevada carga de poluição e
- regiões densamente urbanizadas.

Os métodos Prático Australiano, da Simulação e do Máximo Aproveitamento

(MMA) possibilitam instalar dispositivo de descarte da precipitação inicial de 0,5 mm. O descarte considerado resulta uma separação de 24 litros de volume precipitado, sendo o limite mínimo estabelecido pela NBR 15527:2007 que recomenda até 8 mm de lavagem do telhado pela precipitação inicial. O descarte é recomendando devido períodos secos antecedentes revelarem maior concentração de contaminantes de modo que a lavagem do telhado pela primeira precipitação transporta as partículas e materiais presentes nas superfícies de captação.

A partir dos métodos de dimensionamento propostos são obtidos os resultados dos volumes de armazenamento em função da demanda diária ou mensal e precipitação diária ou anual (Tabela 6). À rigor, cada método estabelece critérios próprios que resultam volumes bastante diferentes para a mesma edificação ou usuário entre 0,7 m³ e 9,4 m³ para uma demanda de 1,36 m³/mês ou 45,2 L/dia para uso na irrigação de áreas verdes como jardinagem e telhado verde.

Tabela 6: Volumes de reservatório para diferentes métodos de dimensionamento.

N	Método de Dimensionamento	Volum e (m³)	Condição / Critério
1	<i>Azevedo Neto</i>	9,4	3 meses de pouca chuva
2	<i>Prático Alemão</i>	0,7	6% do volume captado
3	<i>Prático Australiano</i>	5,3	99% de confiança e volume cheio inicial
4	<i>Prático Inglês</i>	3,7	5% do volume de chuva
5	<i>Rippl</i>	5,2	Acumulado da demanda mensal subtraído do volume captado
6	<i>Simulação</i>	1,2	Menor volume com máximo aproveitamento e escoamento de 80% do volume precipitado
7	<i>Máximo Aproveitamento (MMA)</i>	5,0	Coeficiente de escoamento de 0,8
8	<i>Dias Consecutivos Sem Chuva (MDCSC)</i>	1,2	Período de retorno de 5 anos

Com exceção do método de Azevedo Neto, os cálculos determinaram

volumes razoáveis de armazenamento para implantação do sistema. Dessa forma, para usos menos restritivos de potabilidade e de pouca demanda residencial, os métodos se mostraram eficientes, ainda que as variações na capacidade de armazenamento sejam significativas.

Por outro lado, métodos como Rippl e Prático Australiano estimam reservatórios de capacidade até 60 m^3 quando demandas para o aproveitamento das águas pluviais em vasos sanitários, o que torna inviável quando os espaços são reduzidos interno ao lote da edificação. Em ambos métodos foi considerado captação do excesso escoado pelo telhado verde de 15%. As equações sugeridas pelas metodologias de Rippl e Prático Australiano não são consideradas muito válidas para o dimensionamento de reservatórios que possuem demanda elevada. O MMA para grandes áreas de captação e demandas maiores resulta capacidades de reservatórios mais adequadas de execução. Para se obter resultados satisfatórios no MMA e no Método da Simulação, de modo a resultar volumes de reservatórios satisfatórios para a demanda de irrigação, foi considerado coeficiente de escoamento de 0,8.

O MDCSC considerou reservatório com capacidade de $1,3 \text{ m}^3$ a partir de 29 dias consecutivos sem chuvas e período de retorno de 10 anos. O período é determinado por análise estatística de Gumbel para probabilidade de ocorrência do evento baseada em série história de 18 anos entre 1997 e 2014 do pluviômetro da Tijuca monitorado pelo Sistema Alerta Rio (2015). Com demanda de 45,2 litros/dia, o MDCSC obteve também reservatórios de $1,2 \text{ m}^3$ e $1,0 \text{ m}^3$ para 26 (TR = 5 anos) e 22 (TR = 2 anos) dias consecutivos sem chuvas, respectivamente.

Os cálculos do sistema de captação, armazenamento e aproveitamento das águas pluviais resultam redução de parte do volume de água potável, em função de uso alternativo na irrigação de jardins e do telhado verde. Desse modo, pode-se reduzir até 15% ao ano com o volume de chuva aproveitável ao substituir o consumo de águas consideradas nobres pelas águas pluviais.

Análise de custo de implantação e manutenção de técnicas compensatórias

Para a execução da trincheira de infiltração, assim como das outras técnicas compensatórias, recomenda-se o acompanhamento de profissional especializado de forma obter a máxima eficiência dos processos hidrológicos envolvidos, sobretudo na orientação das etapas de construção e acompanhamento de serviços específicos, como por exemplo, por estar sujeita às condições de colmatção. A trincheira de infiltração necessita de manutenção periódica de modo a preservar a eficiência do dispositivo na retenção das águas pluviais, como: remoção de sedimentos superficiais, lavagem de britas, substituição de manta geotêxtil, poda da cobertura vegetal e limpeza de drenos da vazões excedentes.

Os custos de implantação e de manutenção por dispositivo são estimativos de forma apresentar informações básicas do investimento da técnica compensatória. Nos serviços estão inclusos leis sociais de 125% e Benefício de Despesas Indiretas no valor de 30% (Tabela 7).

Tabela 7: Estimativa de custo de implantação das técnicas compensatórias (OHNUMA JR., 2008 adaptado).

N	Dispositivo	Dimensão	Custo Implantação	Custo Manutenção
1	Trincheira	3 m ³	U\$ 60/m ³	U\$ 20/m ³ .ano
2	Telhado verde	48 m ²	U\$ 50/m ²	U\$ 10/m ² .ano
3	Água de chuva	3 m ³	U\$ 400/m ³	U\$ 20/m ³ .ano

Na análise dos custos de manutenção das técnicas compensatórias, considera-se sobretudo a limpeza dos reservatórios, seja de acumulação ou de retenção das águas pluviais. Em particular, no telhado verde são avaliados serviços de: poda, irrigação, adubação e substituição de manta geotêxtil, com custo estimado anualmente de US\$ 10 (dólares) por metro quadrado de área efetiva de drenagem. Os custos de manutenção do sistema de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais incluem limpeza do reservatório e filtros, descarte inicial e cloração.

Na apropriação de técnicas compensatórias de drenagem pluvial em lotes

urbanos, os resultados apresentam melhoria na eficiência da retenção das águas pluviais de até 80% a mais quando comparado com sistemas de drenagem convencionais.

5. CONCLUSÕES

Quando bem projetada e executada, a adoção de técnicas compensatórias de drenagem urbana como sistemas de captação e reservação de águas pluviais para uso posterior em edificações, implica na redução do consumo de água potável por se tratar de uma fonte alternativa de abastecimento de água. Comparado com sistemas tradicionais de drenagem das águas pluviais e de uso e ocupação do solo, o uso de sistemas de infiltração em áreas de lotes residenciais garantem uma eficiência de até 80% a mais na retenção de parte do volume total precipitado de modo que possibilita reduzir o deflúvio superficial, além de fornecer condições potenciais de aumentar o volume de recarga das águas subterrâneas.

Nesse sentido, a viabilidade na implantação, manutenção e operação das diferentes técnicas compensatórias é para suprir demandas menos exigentes, sobretudo para fins não-potáveis, além de desafogar galerias pluviais e mitigar o impacto das inundações e da poluição difusa. Na execução do projeto, as técnicas compensatórias das perdas de volumes das águas pluviais em lotes residenciais estabelecem-se como mecanismos de controle do escoamento ao priorizar projetos de reservação das águas pluviais e não de canalização. Estabelecem-se portanto como oportunidades de garantir a segurança hídrica na atual gestão das águas urbanas de modo compensar o desequilíbrio das condições de disponibilidade dos recursos hídricos, oferta e demanda.

6. REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas - Brasil. **Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul / Agência Nacional de Águas**, Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos. Brasília: ANA, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Instalações Prediais de Águas Pluviais. **ABNT/NBR 10844:1989**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Água de Chuva: Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis - Requisitos. **ABNT/NBR 15527:2007**.

COSTA, A.J.S.T. Água, risco e vulnerabilidade: os conceitos de Risco Hídrico e de Vulnerabilidade Hidrossocial. In: **VII Congresso Brasileiro de Geógrafos**. Associação dos Geógrafos Brasileiros. Vitória-ES. 2014.

FENDRICH, R. Detenção Distribuída e Utilização das Águas Pluviais. In: **XI Simpósio Nacional de Sistemas Prediais – SISPRE**. UFPR, UTFPR. Curitiba-PR. 2009.

GRACIOSA, M.C.P. Monitoramento de uma trincheira de infiltração instalada em lote residencial para controle do escoamento superficial. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17**. São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, nov 2007. 12 p.

HAKIMDAVAR, R.; CULLIGAN, P.; FINAZZI, M.; BARONTINI, S.; RANZI, R. **Scale dynamics of extensive green roofs**: Quantifying the effect of drainage area and rainfall characteristics on observed and modeled green roof hydrologic performance. *Ecological Engineering*, v. 73, p. 494-508. 2014.

JONNASON, S. A. **Dimensioning methods for stormwater infiltration systems**.

In: International Conference On Urban Stormwater, **3**. 1984, Göteborg. Proceedings. Göteborg: Chalmers University of Technology, v. 3, p. 1.037-1.046, 1984.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I.; DA SILVA, M.C.C.; RODRIGUES, L.D.B. Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado. **REGA. Revista de Gestão de Águas da América Latina**, v. 4, p. 29-37, 2007.

OHNUMA JR, A.A.; PIMENTEL DA SILVA, L.; MAGALHÃES, F.R.; MARQUES, M.G. Influência de Fatores Climáticos em Telhados Verdes. Revista [...]. Em avaliação, 2015.

OHNUMA JR, A.A.; ALMEIDA NETO, P; MENDIONDO, E.M. Análise da Retenção Hídrica em Telhados Verdes a Partir da Eficiência do Coeficiente de Escoamento. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Volume 19 n.2, 41-52, 2014.

OHNUMA JR, A.A. **Medidas não-convencionais de reservação d'água e controle da poluição hídrica em lotes domiciliares**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP. 306 p., 2008.

OLIVEIRA, E.W.N.; PIMENTEL DA SILVA, L.; MARY, W. Telhados verdes em habitações de interesse social e retenção das águas pluviais para drenagem urbana sustentável. In: **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, Campo Grande-MS. 2009.

PROSAB, Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro. ABES, 325 p., 2006.

URBONAS, B.; STAHR, P. **Stormwater: best management practices and**

detention for water quality, drainage and CSO management. New Jersey, Englewood Cliff: Prentice Hall, 447 p. 1993.

VAN DER HOEK, W.; HASSAN, U. M.; ENSINK, J. H. J.; FEENSTRA, S.;

RASCHIDSALLY, L.; MUNIR, S. et al. **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture**. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo: International Water Management Institute, 2002. (Research Report, 63)

AGUA NA SERRA -A TRAGÉDIA DA REGIÃO SERRANA DO RIO DE JANEIRO DE JANEIRO DE 2011 - VALE DO CUIABÁ - PETRÓPOLIS CAUSAS E AVALIAÇÃO DAS OBRAS EXECUTADAS E PROPOSTAS DE SOLUÇÃO DE SUSTENTÁVEIS

Rolf Dieringer

Tema e Subtema: Água na Serra: O problema das drenagens nas encostas

Inundações e deslizamentos

Obras de saneamento ambiental, reflorestamento de áreas degradadas

Degradação ambiental da Bacia do Rio Cuiabá - Petrópolis

Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Cuiabá e Santo Antônio

Prevenção de inundações e deslizamentos,

Produção de água

RESUMO

Objetivo do trabalho

Identificação das causas da tragédia, avaliação das propostas de solução apresentadas, e como prevenirmos novas tragédias.

1- Identificação das causas da tragédia

Em dois grandes trabalhos de diagnóstico das causas da grande tragédia podemos constatar que as principais causas da grande tragédia foram a grande degradação ambiental presente nas áreas atingidas.

Iniciamos então um trabalho de pesquisa comparando-se o diagnóstico apresentado pelos trabalhos técnicos do Instituto do Ministério Público Estadual e o trabalho técnico da APEA (Associação Petropolitana de Engenheiros e Arquitetos) e a realidade local.

Foi apresentado pelas autoridades estaduais que os eventos de chuva seriam um dos maiores já registrados, com uma repetição a cada 350 anos.

As visitas em postos de medição de chuvas e a região afetada, e a comparação com os eventos registrados desmentem categoricamente estas

afirmações.

O evento de chuva forte foi causado por uma ZCAS(Zona de Convergência do Atlântico Sul, fenômeno comum no verão na Região Sudeste, que a cada ano pode aparecer nos meses de novembro a março, sendo possível ocorrer de 1 até 5 vezes em cada verão. Os índices registrados na noite da tragédia foram na média em torno de 140mm em um período de 2 a 3 horas, começando a grande precipitação no Vale do Cuiabá por volta das 23:30hs, passando por Teresópolis na Posse por volta das 1:30hs, passando por Venda Nova, Bonsucesso e Vieira, e chegando em Nova Friburgo por volta das 5 horas.

Em Nova Friburgo, principalmente na região de Conquista e Córrego Dantas, os eventos de deslizamentos foram bem mais intensos, por no dia anterior aquela região apresentar um índice acumulado de chuvas de 100 mm, o que deixou o solo daquela região bastante saturado.

Outra constatação prática feita no Vale do Rio Santo Antônio é que este evento foi tão extremo quanto ao o que ocorreu naquela Região em fevereiro de 2008. Os índices registrados na região foram praticamente iguais e o nível de inundação do Rio Santo Antônio apresentou uma pequena diferença de apenas 30 cm.

Com as visitas e documentações das visitas podemos claramente concluir que os maiores estragos materiais e movimentos de massa ocorreram aonde a degradação ambiental era maior.

O evento de chuva não foi o maior dos últimos 350 anos, e sim a degradação ambiental com um desmatamento e queimadas em torno de 1500 ha naquela região.

Certamente nunca houve tanta degradação ambiental nos últimos 350 anos.

2 - Propostas apresentadas pela sociedade e comunidade técnica

Em várias audiências Públicas organizadas pelo bispo de Cidade de Petrópolis e pela Frente Pró-Petrópolis (Uma associação de mais de 57 entidades civis da sociedade civil organizada) como OAB, FIRJAN, APEA (Associação Petropolitana de Engenheiros e Arquitetos), Universidade Católica de Petrópolis, Universidade Cândido Mendes e outras 52 entidades assim como o Ministério

Público Estadual.

Em várias audiências Públicas organizadas pelo bispo de Cidade de Petrópolis e pela Frente Pró-Petrópolis (Uma associação de mais de 57 entidades civis da sociedade civil organizada) como OAB, FIRJAN, APEA(Associação Petropolitana de Engenheiros e Arquitetos), Universidade Católica de Petrópolis, Universidade Cândido Mendes e outras 52 entidades assim como o Ministério Público Estadual, Governo do Estado, INEA e Prefeitura Municipal de Petrópolis e Câmara Municipal de Petrópolis debateu-se o diagnóstico da tragédia de 2011 e quais os passos a serem tomados.

A partir destas audiências formou-se então uma Comissão de Chuvas que acompanha todas as ações e reivindicações da população e cobra do Estado e da Prefeitura ações propostas pelos poderes executivos municipal e Estadual. As atas destas reuniões são publicadas na Internet no Site da Câmara Municipal, e as Reuniões da Frente Pró Petrópolis são Publicadas no Site www.Dadosmunicipais.org.br.

A atuação do poder público e obras realizadas

Estudando as atas destas reuniões podemos claramente constatar a divergência das propostas impostas pelo Estado e as propostas apresentadas pela comunidade. As soluções propostas pela comunidade técnica apresentavam um trabalho de recuperação ambiental como o reflorestamento dos 1500 ha desmatados do Vale do Cuiabá. Com isto se diminuiria em mais de 50 % o volume das águas que inundaria a bacia do Rio Cuiabá, assim como se diminuiria em 90 % o assoreamento dos Rios. Este trabalho teve o custo avaliado em torno de R\$ 60 milhões e apresentaria resultados concretos já a partir do 5 anos. Seria o plantio de 23 milhões de árvores, que poderiam até ser as mudas prometidas das 35 milhões de árvores prometidas para o Plantio do Comitê das Olimpíadas do Rio 2016.

Os impactos teriam grande relevância ambiental, ecológica, turística, além do aspecto da produção de água e drenagem barata das encostas. O projeto de reflorestamento poderia ainda ser feito com uma solução agroflorestal, que ainda geraria empregos e renda para toda a região.

O resultado das obras até o momento não apresentaram nenhuma sustentabilidade. O Estado optou por uma grande drenagem de todo o Rio Cuiabá e Rio Santo Antônio, sem no entanto evitar antes o assoreamento dos mesmos. Com esta Macrodrenagem aumentou-se a capacidade de drenagem dos Rios em 2%. Mas como a secção do Rio foi alargada, a velocidade de escoamento do Rio diminuiu, o que agora aumentará o assoreamento, sem falarmos da maior susceptibilidade das cabeceiras das pontes. E o que mais assusta em tudo isto são os custos: Já se gastou em torno de R\$ 150 milhões, portanto mais que o dobro das propostas apresentadas sem se atacar de frente a real causa de toda esta tragédia.

Com relação a segurança das pessoas em áreas de risco de inundação avançou-se na definição das áreas vermelhas, amarelas e verde e no caso das encostas o sistema de Alerta das Sirenes, embora ainda apresentam, alguns sérios problemas de implantação.

A prevenção e possibilidade de novas tragédias

Após todas estas pesquisas concluímos que em Petrópolis avançou-se nos conhecimentos dos riscos e problemas ambientais, mas não avançou nada na recuperação ambiental, perpetuando-se o modelo do enxugar gelo, ou seja apenas todo ano gastar-se fortunas em dragar rios e fazer grandes obras de contenção de encostas, em vez de se iniciar a recuperação ambiental que evitaria novas inundações e deslizamentos, gerando sustentabilidade ambiental com geração de empregos sustentável.

O risco de novas tragédias continua exatamente igual a 2011 !!!

1- DIAGNÓSTICO DAS CAUSAS DOS EVENTOS DE MASSA E ENCHENTE DO VALE DO CUIABÁ EM 12 DE JANEIRO DE 2011

Frequência e intensidade da chuva

A tragédia do Cuiabá é apresentada por autoridades estaduais como uma chuva que ocorre a cada 350 anos. Este fato infelizmente não corresponde a realidade, já que nos últimos 30 anos de coleta de dados de precipitação em

Petrópolis registrou-se pelo menos 10 precipitações maiores do que a registrada em 12 de Janeiro de 2011. Em fevereiro de 2008 registrou-se também na Região uma precipitação semelhante voltada um pouco mais para o Rio do Jacó, que trouxe níveis de inundação do Rio Santo Antônio semelhantes aos de 2011. No Campo do Boa Esperança em fevereiro de 2008 a altura das águas chegou a 1,60m e em janeiro de 2011 a 1,90m.

Principal causa da inundação: DESMATAMENTO DE MAIS DE 1500 ha

Podemos afirmar com toda certeza que este evento traria inundações 10 vezes menores se o nível de desmatamento do Vale do Rio Cuiabá não fosse tão alto. O que podemos afirmar é que nos últimos 350 anos nunca houve um desmatamento tão grande e consequente degradação ambiental como os processos generalizados de erosão e assoreamento de Rios

Índice da chuva e número de mortes

Através de medições de estações localizadas por perto podemos afirmar que a precipitação de 12 de Janeiro de 2011 ficou em torno de 150 mm, registrados em um período de cerca de 2 horas.

A tragédia ocorreu principalmente por a população ter sido atingida a noite, ocorrendo o pico da enchente entre 2 e 4 horas da madrugada. Se esta inundação tivesse ocorrido durante o dia, em que a população pudesse ver o que estava acontecendo, provavelmente não teríamos vítimas fatais. Em Areal por exemplo, a população conseguiu se mobilizar durante o dia e acompanhou a elevação do nível de água do rio, saindo de suas casas a tempo. Já no Vale do Cuiabá, muitos acordaram quando a água já estava chegando as suas camas, não mais havendo chance para sair de suas casas.

Estudo de Vazão e grandes áreas de captação de água de chuva.

O nosso diagnóstico levou em conta um estudo de vazão realizado no local, estudando-se 17 Áreas de grande captação de águas pluviais. Identificamos 17 grandes áreas de desmatamento na área da Bacia do Rio Cuiabá, Rio do Jacó e Rio Santo Antônio.

Metodologia do Estudo

Sabemos que para cada hectare (10.000 m² - cerca um campo de futebol), uma chuva igual a de 12 de Janeiro capta 1.500.000 litros (1,5 milhões de litros ou 1500 m³ ou 1500 caixas de água de 1000 l).

Em áreas que tem florestas, destes 1.500 m³, só 10% (150.m³) escoam quase que diretamente para os rios, enquanto que os restantes 90%, são retidos diretamente pela floresta ou escoam lentamente para as águas subterrâneas ou seguem lentamente para os rios nos 3 dias seguintes à precipitação.

Já em áreas desmatadas, 90% das águas da chuva vão diretamente para a calha do rio. Por estas águas ainda ganharem uma grande velocidade, carregam junto uma grande quantidade de terra, assoreando também os rios.

Uma área de pasto degradado carrega segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura SBS, cerca de 400 kg de terra para cada ha /ano para dentro dos rios, enquanto que uma área de floresta, joga apenas 4 kg de terra por ha /ano, ou seja, 100 vezes menos terra.

O somatório destas 17 áreas corresponde a cerca 1500 ha, que captaram para os rios mais de 2 bilhões de m³ de água, necessitando uma calha de rio 200 m², ou seja, o rio teria que ter em Benfica uma calha de 10 m de largura e 20 m de profundidade para captar toda esta água sem transbordar.

Os custos de obras para fazer tal calha seriam exorbitantes e fogem a qualquer lógica. O que é razoável é segurar a água nos morros através de reflorestamentos e eventuais obras de retenção de água como barragens.

O reflorestamento seria sem dúvida o menor custo, além de ser ecologicamente correto, gerar renda e empregos, aumentar biodiversidade, diminuir temperaturas, sequestrar CO₂, diminuir definitivamente o assoreamento dos Rios, além de aumentar a segurança ambiental.

O assoreamento anual atual corresponde a cerca 500 toneladas, perpetuando assim o modelo de enxugar gelo, ou melhor a indústria de retirada de detritos dos rios.

Cabe ressaltar que a dragagem de rios aprofundando a calha com dragas em 0,5 metros, como se fez em Boa Esperança, traz resultados pífios na diminuição da inundação, pois a calha necessária para terminar os inundações teria que ser 40

vezes maior.

O Estudo começa com a identificação das 17 áreas, começando-se pela foz do rio Santo Antônio.

No final desta introdução, apresentamos uma tabela das vazões e contribuição de água de cada uma das 17 áreas



Área 1 – Acima da Estação de tratamento de águas da Águas do Imperador em Itaipava na foz do Rio Santo Antônio – Área Desmatada 12 ha



II- Benfica e redondezas - Área Desmatada -25 ha

Nesta imagem podem ser vistas uma série de deslizamentos ocorridos em 2008, em função da área acima dos deslizamentos estar totalmente desmatada.

III - Redondezas do Vale da Lua- Área Desmatada 50 ha

IV – Vale que tem no início o Vale da Pousada Ninho das Araras- Área Desmatada -62 ha

V- Madame Machado - Lado direito da Estrada - Área Desmatada -24 ha



Foto aérea exemplificando como o Rio Santo Antônio necessita de uma calha enorme para comportar toda a água vindo do Rio Cuiabá e do Rio do Jacó



VI – Madame Machado - 18 ha

VII – Fazenda Santo Antônio - Área Desmatada 42 ha

-Este local teve em 2008 um grande deslizamento que interrompeu a Estrada na altura da Granja São Judas Tadeu

VIII- Fazenda Boa Esperança - Área Desmatada - 45 ha

X –Est. Petrópolis – Teresópolis - início Boa Esperança - Área Desmatada -120ha

Início do Vale do Cuiabá



XI - Entrada do Condomínio Boa Esperança- Área Desmatada - 40 ha

Desmatamentos no meio do Vale do Cuiabá



XI - Entrada do Condomínio Boa Esperança - Área Desmatada - 40 ha

XII - Área em frente a comunidade de Santa Teresinha - Área Desmatada - 24 ha



XIII - Final do Cuiabá – Estrada para Santa Mônica - Área Desmatada - 50 ha

XIV - Final do Cuiabá , Haras Boa Esperança e redondezas - Área Desmatada - 500 ha

XV - Área acima Pousada Tankamana - Área Desmatada - 60 ha

XVI - Final do Cuiabá – Fazenda São Joaquim - Área Desmatada - 50 ha

XVII - Fazenda Paquequer - Área Desmatada – 80 ha

Final do Cuiabá tendo a frente o Haras Boa Esperança



Nota-se nesta foto que quase todos os deslizamentos tiveram origem em coroas de morro desmatadas, ou em Áreas de risco Natural, que são áreas com declividade maior que 45 graus

Haras, Final do Cuiabá e estrada que vai para Santa Mônica



Foto do Google mostrando no lado esquerdo o Haras e redondezas, área toda desmatada e queimada (área escura)

Haras e redondezas, incluindo-se o Cantagalo



XIV - Final do Cuiabá, Haras e redondezas - Área Desmatada - 500 ha

Foto da Bacia do em torno do Haras

Nota-se claramente os processos de erosão



Haras e Redondezas

Esta área corresponde a 500 ha de área desmatada, sendo a área que mais contribuiu para a inundação do Rio Cuiabá. Cerca de 58% da água do Cuiabá e 37% para o total do Rio Santo Antônio.

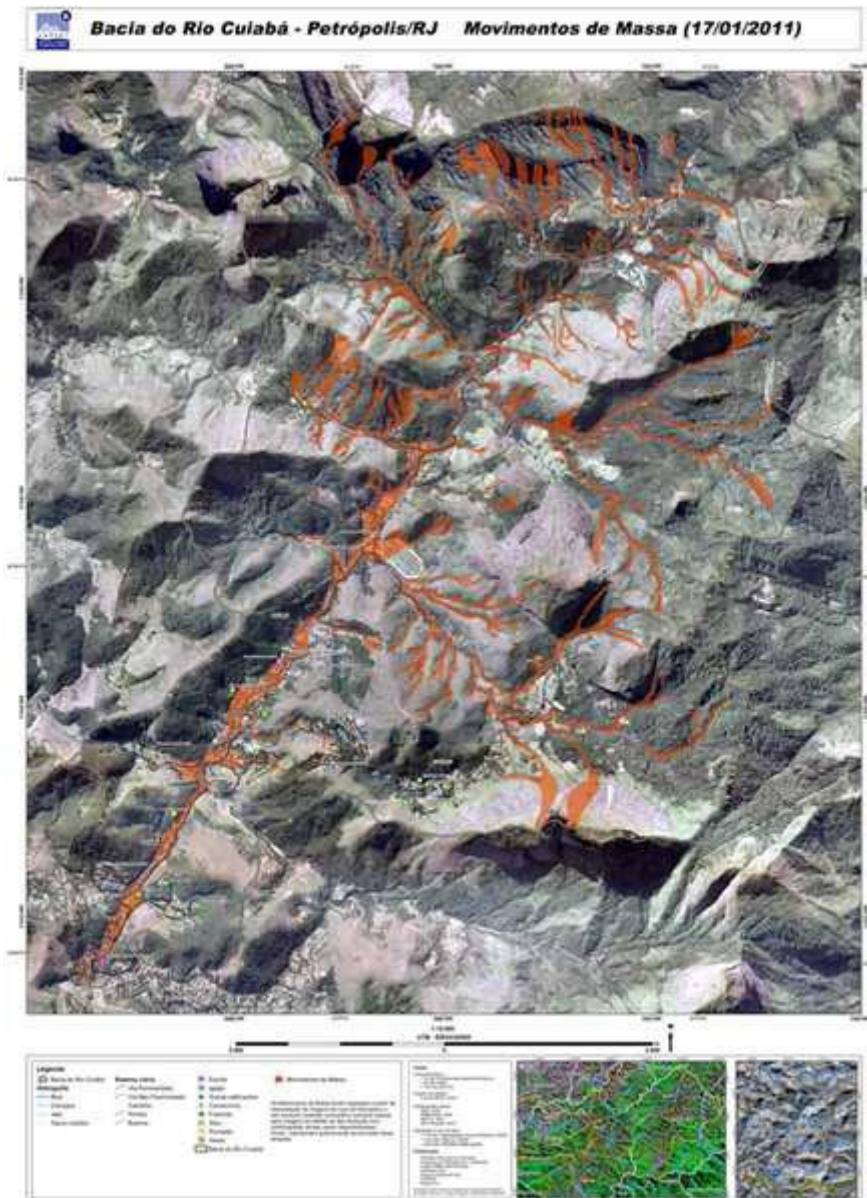


Haras e redondezas



Visão geral da bacia Do Haras, Fazenda São Joaquim, final do Cuiabá e Estrada para a Santa Mônica, onde vê-se claramente a enorme área desmatada e queimada - foto de setembro de 2010

Na tabela seguinte um resumo das áreas desmatadas e o quanto elas contribuíram para a inundação do Rio Cuiabá e do Rio Santo Antônio.



Este quadro resume a área de cada uma das 17 áreas desmatadas da Bacia do Rio Santo Antônio e Rio Cuiabá, detalhando a Área em hectares, e o quanto que cada área captou em água metros cúbicos (m3)

Area		precipitacao 150mm			Escoamento 1,5h	Veloci Escoamen m/s	Largura
1 ha		1.500				2	5
							10
Descricao Local	Area em ha	Agua em m3	Contribuiçao Bacia	Contrib Total	Vazao m3/s	Area Calha m2	largura 5m
XVII- Faz Paqueta	80	120.000	9,37	5,33	22,22	11,11	2,22
XVI- Sao Joaquim Oposto Tankamana	100	150.000	11,71	6,66	27,78	13,89	2,78
XV- Tankamana acima	60	90.000	7,03	3,99	16,67	8,33	1,67
						Area Calha	largura 10m
XIV- Haras final Cuiaba e redondezas	500	750.000	58,55	33,29	138,89	69,44	6,94
XIII- Final Cuiaba est p Sta Monica	50	75.000	5,85	3,33	13,89	6,94	0,69
XII- Em Frente Sta Teresinha	24	36.000	2,81	1,60	6,67	3,33	0,33
XI- Cond Boa Esperanca	40	60.000	4,68	2,66	11,11	5,56	0,56
Total Vale do Cuiaba	854	1.281.000		56,86	237,22	118,61	11,86
							largura 5m
Vale do Rio Santo Antonio	150	225.000		9,99	41,67	20,83	4,17
Jaco							
X Pet- tere a partir Boa Esp	120	180.000	54,55	7,99	33,33	16,67	3,33
Dx- Pet - Ter Agricultura	100	150.000	45,45	6,66	27,78	13,89	2,78
total Vale do Jacó	220	330.000		14,65	61,11	30,56	6,11
							largura 10 m
Vale Sto Antonio com Cuiaba e Jaco							
VIII- Faz Boa Esperanca	45	67.500	16,19	3,00	12,50	6,25	0,63
VII- Faz Sto Antonio	42	63.000	15,11	2,80	11,67	5,83	0,58
VI- Madame Machado lado Boa Esp	18	27.000	6,47	1,20	5,00	2,50	0,25
V- Outro Lado Madame Machado lado dir est	24	36.000	8,63	1,60	6,67	3,33	0,33
IV -Vale Ninho das Araras	62	93.000	22,30	4,13	17,22	8,61	0,86
III- Redondezas Vale da Lua	50	75.000	17,99	3,33	13,89	6,94	0,69
II- Benfica	25	37.500	8,99	1,66	6,94	3,47	0,35
I -Aguas Imperador acima	12	18.000	4,32	0,80	3,33	1,67	0,17
Total Sto Ato Boa Esp ate foz	278	417.000		18,51	77,22	38,61	3,86
Total ate Itaipava	1.502	2.253.000			417	209	26

Na coluna Área calha está calculada a área de calha necessária para cada trecho do rio. Para fins de metodologia de cálculo, usou-se como vazão de referência média da velocidade de 2m/s, que corresponde a uma velocidade média de 72km /h.

2 -PROPOSTAS APRESENTADAS PELA SOCIEDADE E COMUNIDADE TÉCNICA

Em várias audiências Públicas inicialmente organizadas pelo bispo da Cidade de Petrópolis e pela Frente Pró-Petrópolis (Uma associação de mais de 57 entidades civis da sociedade civil organizada) como OAB, FIRJAN, APEA(Associação Petropolitana de Engenheiros e Arquitetos), Universidade Católica de Petrópolis, Universidade Cândido Mendes e outras 52 entidades da Sociedade Civil organizada, debateu-se junto com o Ministério Público Estadual , Governo do Estado, INEA e Prefeitura Municipal de Petrópolis e Câmara Municipal de Petrópolis os passos a serem seguidos..

A partir destas audiências formou-se então uma Comissão de Chuvas que acompanha todas as ações e reivindicações da população e cobra do Estado e da Prefeitura ações propostas pelos poderes executivos municipal e Estadual assim

como da sociedade. As atas destas reuniões são publicadas na Internet no Site da Câmara Municipal, e as Reuniões da Frente Pró Petrópolis são publicadas no Site www.Dadosmunicipais.org.br.

A atuação do poder público e obras realizadas

Estudando as atas destas reuniões podemos claramente constatar a divergência das propostas impostas pelo Estado e as propostas apresentadas pela comunidade. As soluções propostas pela comunidade técnica apresentavam um trabalho de recuperação ambiental com pequenas intervenções na drenagem das encostas assim como o reflorestamento dos 1500 ha desmatados do Vale do Cuiabá. Com isto se diminuiria em mais de 50 % o volume das águas que inundaria a bacia do Rio Cuiabá, e se diminuiria em 90 % o assoreamento dos Rios. Este trabalho teve o custo avaliado em torno de R\$ 60 milhões e apresentaria resultados concretos já a partir do 5º ano, sendo uma solução sustentável e definitiva. Seria o plantio de 23 milhões de árvores junto com obras pequenas de retenção de águas na encosta. Para o plantio das árvores foi até sugerido o uso das mudas do plantio de 35 milhões de árvores acordadas com o Comitê das Olimpíadas do Rio 2016. Foram apresentadas diversas alternativas de recuperação ambiental sustentável para a região, porém todas ignoradas e rejeitadas pelo Estado e pela Secretaria do Estado do Ambiente.

Os impactos teriam grande relevância ambiental, ecológica, turística, além do aspecto da produção de água e drenagem barata das encostas. O projeto de reflorestamento poderia ainda ser feito com uma solução agroflorestal, que ainda geraria empregos e renda para toda a região.

O resultado das obras executadas até o momento não apresentaram nenhuma sustentabilidade. O Estado optou por uma grande drenagem de todo o Rio Cuiabá e Rio Santo Antônio com o aumento da calha do rio, sem no entanto evitar antes o assoreamento dos mesmos. Com esta Macrodrenagem o Estado aumentou a capacidade de drenagem dos Rios em 2% para os momentos da cheia.

Com o alargamento da seção do Rio Santo Antônio, a velocidade de escoamento do Rio diminuiu, o que agora está aumentando o assoreamento, sem

falarmos na maior susceptibilidade das cabeceiras das pontes. E o que mais assusta em tudo isto são os custos: já se gastou em torno de R\$ 150 milhões na região, portanto mais que o dobro das propostas apresentadas sem se atacar de frente a real causa de toda desta tragédia.

Com relação a segurança das pessoas em áreas de risco de inundação avançou-se na definição das áreas vermelhas, amarelas e verde a desocupação das áreas de risco do Cuiabá ainda continua problemática devido ao lento avanço no processo das indenizações.

3- CONCLUSÃO: A PREVENÇÃO E POSSIBILIDADE DE NOVAS TRAGÉDIAS

Após todas estas pesquisas concluímos que em Petrópolis avançou-se no conhecimento dos riscos e problemas ambientais, mas não se avançou nada na recuperação ambiental, perpetuando-se o modelo do enxugar gelo, ou seja, apenas todo ano gastar-se fortunas em dragar rios e fazer grandes obras de contenção de encostas, em vez de se iniciar a recuperação ambiental que evitaria novas inundações e deslizamentos, gerando sustentabilidade ambiental com geração de empregos sustentável.

O risco de novas tragédias continua exatamente igual a 2011 !!!

4- REFERÊNCIAS

AB' SÁBER, Aziz. **Os Domínios de Natureza no Brasil**. Ateliê Editorial, 2003

BRADY, Nyle C. **Natureza e Propriedade dos Solos**. 7ª ed. Livraria Freitas Bastos, 1989

ECOTEMA, INSTITUTO. **Plano de Gestão da APA Petrópolis**. Convênio IBAMA No 40/96, Rio de Janeiro, 1997

FERNANDES, Nelson F.; AMARAL, Cláudio P. do. Movimentos de Massa: Uma Abordagem Geológico-Geomorfológica In: **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3 ed. Bertrand Brasil, 2000

GEIGER, Rudolf. **Manual de Microclimatologia** – O Clima da Camada de Ar Junto ao Solo. Fundação Calouste Gulbenkian, 1961

GIANNINI, Paulo C. F.; RICCOMINI, Claudio. Sedimentos e Processos Sedimentares In: **Decifrando a Terra**. Wilson Teixeira; M. Cristina M. de Toledo; Thomas R. Fairchild & Fabio Taioli (Org.). Companhia Editora Nacional, 2008

GONÇALVES, Luiz F. Hansen; GUERRA, Antônio J. Teixeira. Movimentos de Massa na Cidade de Petrópolis. IN: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Antônio J. T. Guerra & Sandra B. da Cunha (Org.). Bertrand Brasil. 2006

GRAEFF, Orlando R. **Projeto Árvore Nativa**: Diagnóstico das Comunidades. Consultoria realizada para a Área de Proteção Ambiental da Região Serrana de Petrópolis (Ibama). 2003. Disponível em <<http://www.pluridoc.com>>. Acesso em: jan. 2011

GRAEFF, Orlando R. **Viagens de Um Naturalista Pelas Matas de Mangaratiba**,

Realizadas entre 1992 e 1996 – Sociedade Brasileira de Bromélias-SBBR. 2003. Disponível em <<http://www.pluridoc.com>>. Acesso em: jan. 2011

GRAEFF, Orlando R.; SONKIN, Lais C.; CAMPOS-FILHO, Luiz & BIANCATTO, Alexandre. **Plano de Manejo da RPPN** Graziela Maciel Barroso, 1999, revisado em 2010. Disponível em <<http://www.pluridoc.com>>. Acesso em: jan de 2011;

GRAEFF, Orlando R.; SIQUEIRA, Guilherme; GUERRA, A.J. Teixeira & PENNA, Ivo. **Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Fazenda Itaipava**. Graeff Consulting, 2006. Arquivo na Biblioteca da FEEMA/INEA

GRAEFF, Orlando R.; VALVERDE, Yara; COUTINHO; Bruno & BRASIL, Flávio. **Diagnóstico sobre Eventos Naturais Extremos ocorridos no Vale do Cuiabá**. AMPERJ, Instituto Superior do Ministério Público, 2011

GUERRA, Antônio T. & GUERRA, Antônio J. Teixeira. Dicionário Geológico – Geomorfológico. Bertrand Brasil, 1997

GUERRA, Antônio J. Teixeira. Processos Erosivos nas Encostas In: **Geomorfologia, Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Antônio José T. Guerra & Sandra Baptista da Cunha (Org.) – Bertrand Brasil, 2007

SILVA, Pedro P. Lima e; GUERRA, A. J. T.; MOUSINHO, Patrícia; BUENO, Cecília; ALMEIDA, Flávio G de; MALHEIROS, Telma & SOUZA JR., A. Bezerra. **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**. Thex Editora, 2002

MACHADO, Marinice dos Santos; MACHADO, Sídio Werdes S. & COHEN, Simone Cynamon. **Impactos psicossociais causados pela inundação de 2008 em Petrópolis, RJ**. V Seminário Internacional de Defesa Civil, DEFENCIL São Paulo, nov 2009

MOURA, Josilda R. da Silva & SILVA, Telma M. da. **Complexo de Rampas de**

Colúvio in: Geomorfologia do Brasil. Sandra Baptista da Cunha & Antônio J. Teixeira Guerra (Org.). Bertrand Brasil, 1998

PRIMO, Paulo Bidegain de S.; PELLENS, Roseli; JAMEL, Carlos E. G. (Org.) – **A Situação Atual dos Espaços Territoriais Protegidos no Estado do RJ.** ECOATIVA / IDACO / REBRAF. 1998.

OTTONI, Adacto; DIERINGER, Rolf; JONES, Cleveland M. Jones; GAIOFATTO, Robson; BANDARRA, Mario. **Relatório Visita Técnica ao Vale do Cuiabá.** 2012

PENHA, Hélio Monteiro. **Processos Endogenéticos na Formação do Relevo in Geomorfologia:** Uma Atualização de Bases e Conceitos. Antônio J. T. Guerra & Sandra Baptista da Cunha (Org.) – 7 ed. Bertrand Brasil, 2007

PINHEIRO L. C. **Estratégia de mobilização comunitária para mitigar impactos de chuvas intensas nas encostas:** estudo de caso no município de Petrópolis (RJ). Dissertação de mestrado, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Defesa e Segurança Civil *Strictu Sensu*, Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre. 2010, 135p.

PRIMAVESI, Ana. **O Manejo Ecológico dos Solos:** A Agricultura em Regiões Tropicais. Livraria Nobel SA, 1982

RIZZINI, Carlos Toledo. **Tratado de Fitogeografia do Brasil:** Aspectos Ecológicos, Sociológicos e Florísticos – Âmbito Cultural Edições Ltda. 2ª Edição, 1997

SANTOS, Álvaro R. **A Grande Barreira da Serra do Mar** – Da Trilha dos Tupiniquins à Rodovia dos Imigrantes. O Nome da Rosa Editora, 2004

TOWNSEND, Colin R., BEGON, Michael & HARPER, John L. **Fundamentos em Ecologia.** Artmed, 2010. 3 ed.

WALTER, Heinrich. **Vegetação e Zonas Climáticas** – Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1986

CONSCIENTIZAÇÃO DOS JOVENS SOBRE O DEVIDO USO DA ÁGUA

Maria Cristina Alves da Silva Pinheiro

Luciene Marqui Corrêa

Andressa Raiane de Souza Firmino

Josi Lene Moraes Nunes

Douglas Pantaleão dos Santos Melo

OLIVEIRA - COSTA, J.

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo identificar o nível de informações que os jovens possuem sobre a correta utilização da água. A água é um recurso indispensável para várias ações vitais, sendo considerada hoje ameaçada pelos gastos desenfreados e inadequados pela população. Foram descritas as opiniões relacionadas a consciência da conservação de água através de entrevista com 115 jovens com idades determinadas entre 14 e 18 anos do colégio Drº Paulo Gissoni localizada no bairro de Realengo – RJ em maio de 2014 por meio de levantamentos bibliográficos e pesquisas quantitativas através de um questionário contendo perguntas fechadas. Os resultados nos levam a concluir que ainda há uma deficiência de informação, cerca de 90%, dizem ter conhecimento dos problemas ocasionados pela utilização incorreta da água porém os mesmos não fazem um bom uso dela deixando chuveiros ligados o tempo todo na hora do banho e não a reutilizando, como mostra uma parte da pesquisa. Fato esse que pode ser mudado pelas escolas enfatizando em matérias mais específicas sobre o assunto e através de implantação de políticas de educação mais eficazes nas escolas, nas comunidades e nos meios de comunicação para conscientizar melhor os jovens em relação do correto e consciente uso hídrico.

Palavras-chaves: Uso da água, educação informal, conscientização.

ABSTRACT: This study aims to identify the level of information that young people have about the proper use of water. Water is an essential resource for various vital

actions being considered today threatened by rampant spending and inadequate by population. Opinions related to awareness of water conservation through interviews with 115 young people with ages determined between 14 and 18 years of the college Dr ° Paulo Gissoni located in the Realengo one neighborhood were described - RJ in May 2014 through literature surveys and quantitative research through a questionnaire containing closed questions. The results lead us to conclude that there is a deficiency of information; about 90% say they have knowledge of the problems caused by incorrect use of water however; they do not make good use of it leaving showers connected all the time at bath time and not reusing it, as shown in a part of the search. Fact that can be changed by schools emphasizing on more specific matters on the subject and through implementation of policies more effective education in schools, communities and the media to better educate young people regarding the correct and conscious water use.

Key words: Water use, informal education, awareness

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável, e indispensável para as ações vitais dos seres vivos e possui diversas utilidades fundamentais para o cotidiano (SOUZA & GOMES, 2010).

Está representada em 70% da superfície do planeta e 30% sendo água doce, onde a maior parte está concentrada em geleiras e neves (CERQUEIRA, 2014). Segundo Thomaz (2003 *apud* SCHERER & OLIVEIRA, 2009), a água subterrânea compreende 29,9% do volume total de água doce do planeta, somente 0,266% da água doce representa toda a água dos lagos, rios e reservatórios, o restante da água doce está na biomassa e na atmosfera em forma de vapor.

Com a revolução industrial, o aumento da industrialização e o crescimento populacional ocorreram a expansão na produção de alimentos, tecidos, maquinários e outros produtos fazendo com que o uso da água se torne cada vez mais necessário, segundo Paulo & Monteiro (2006), causando impactos ecológicos diretos e indiretos no planeta, visto que o meio ambiente é um todo articulado, onde cada ação gera diferentes reações no meio, comprometendo a fauna e a flora.

Sabe-se que a água hoje é caracterizada em situação de alerta ao que se refere em gastos desenfreados ou inadequados, e que a todo tempo é evidenciada nos meios de comunicação e em pesquisas desenvolvidas por todo o Brasil, especialmente em locais caracterizados por seca habitual (IBGE, 2008).

Dentro de uma logística de água, o Brasil possui 15% da água doce do mundo; 53% da reserva da América do Sul; e dois terços do manancial subterrâneo dos países do Mercosul (MIELI, 2001), sendo o país com maior disponibilidade de recursos hídricos de superfície, e de acordo com Stefanelli & Oliveira (2009), já com grande baixa na sua disponibilidade hídrica no último século, onde no ano de 1900 o país possuía uma reserva de 328.000 m³ per capita por ano e no ano 2000 decresceu para 33.000 m³.

Muitos trabalhos já foram realizados visando esta preocupação com índices de desperdícios de água como, por exemplo, Nunes (2000); Silva (2004); Oliveira (2001) e Ilha *et al.* (2005), nos quais foram desenvolvidos trabalhos analisando o desperdício de água em edificações por comprometimento da infraestrutura local (vazamentos, goteiras, encanamento). Enquanto Sousa & Gomes (2010) e Paulo & Monteiro (2006) uniram esta preocupação com a educação e conscientização ambiental de jovens a respeito da sensibilização aos cuidados com o meio ambiente, em especial ao uso da água, destacando os projetos de Uso Racional da Água (PURA) em edifícios escolares e outros locais.

a. Justificativa

Segundo Souza e Gomez (2010), a escassez de água é um assunto que deve ser debatido nas escolas em geral, pois a juventude é a nova geração que terá o compromisso de não desperdiçar água para que eles mesmos não sofram com a falta. A água é um elemento imprescindível e a conscientização deve ser maciça nos dias de hoje. Assim a pesquisa irá verificar como os jovens de 14 a 18 anos veem o consumo da água de forma abusiva, o que eles entendem como um mau uso e como a escola contribui para que este conhecimento afete ou não a rotina dos mesmos.

b. Problema

Os Jovens entre 14 e 18 anos estão fazendo uso da água de forma abusiva?

c. Hipótese

Os jovens fazem o uso da água de forma abusiva por não terem conhecimento desta riqueza como recurso natural renovável nem sempre potável, ou por nunca terem passado por situações de escassez de água.

2. OBJETIVOS**a. Objetivo Geral**

O estudo possui como objetivo a avaliação do nível de conscientização quanto o uso abusivo de água entre jovens do ensino fundamental e médio.

b. Objetivos Específicos

Verificar o grau de conscientização quanto ao uso cotidiano da água.

- Demonstrar através de abordagem direta as possíveis consequências do uso abusivo da água.
- Incentivar o uso adequado da água.
- Avaliar o conhecimento do público alvo quanto aos possíveis métodos de diminuição do consumo

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O gerenciamento da água em um estado abrange muitos objetivos que interferem nos interesses domésticos, recreativos, rurais, industriais, hidrelétricos e ecossistêmicos dentro de uma nação, que podem gerar conflitos quando acontecem desacordos entre os mesmos com relação ao uso, assim também ocorre a nível internacional, onde muitos conflitos já ocorreram ao longo dos anos com fins relacionados com a água de forma política, étnica e religiosa, porém sozinha, a água

nunca foi causa de conflitos, geralmente estavam sempre vinculados a outros motivos (KROMER *et al* 2013).

Como exemplo de problemas ambientais de caráter social envolvendo a água, podemos citar a escassez de água na China que ocorre desde 1980, onde para medir essa situação solicitou-se reduções na quantidade de água, consequências atribuíveis em caso de exploração hídrica. Dentro destes parâmetros existe uma grande disputa pelo uso da água nos meios industriais, domésticos e agrícolas (JIANG, 2012)

Outro local que apresenta fortes problemas com escassez de água é a África, onde segundo o NEPAD (2006) dois terços desta é formada por regiões áridas e semiáridas, onde mais de 300 milhões dos 800 milhões de habitantes da África Subsaariana vivem em ambientes com escassez de água.

No mundo árabe, os problemas com a água não são diferentes, sua agricultura é a fonte primária do estresse hídrico e corresponde a mais de 70% da demanda hídrica na maioria dos países da comissão econômica e social da Ásia ocidental, onde no Iraque, em Omã, na Síria e no Iêmen, a agricultura é responsável por mais de 90% do uso hídrico (CLINE, 2007). Segundo ESCWA (2009), outro fator que coopera para os problemas relacionados à água no mundo árabe são conflitos cíclicos, onde aumentou o número de migração regional e tem sobrecarregado os recursos e serviços hídricos em áreas de recepção da população deslocada.

No Brasil, muitas áreas apresentam escassez de água devido às secas constantes como nas regiões de climas semiáridos, tendo o exemplo do Nordeste cujo problema assume dimensões de calamidades públicas devido à pobreza em que a maior parte da população é situada (DUARTE, 2001). Além disso, vários municípios de estados brasileiros passam por problemas de falta de saneamento básico, que por sua vez interferem indiretamente na água potável disponível para o consumo e seu uso, agregando também a problemas de saúde pública como doenças diarreicas (parasitoses), devido à água insuficiente ou de baixa qualidade (RAMÍREZ, 2013).

Segundo Bonatelli (2014), o nível de água nas reservas do Sistema Cantareira, que abastece aproximadamente metade da região metropolitana de São Paulo, caiu de 10,3% 03/05/2014 para 10,1% em 4/05/2014, novo recorde de baixa, o mesmo

aconteceu com Alto Tietê e Guarapiranga. Há um ano, esse patamar estava em 62,4%, de acordo com monitoramento realizado pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico de São Paulo), por este motivo algumas medidas tiveram que ser tomadas pela Agência Reguladora de Saneamento e Energia, aplicando multa de 30% para os consumidores que elevarem seu consumo.

A questão do uso dos recursos hídricos desordenado para inúmeros fins pode gerar também impactos ambientais que se refletem diretamente a problemas sociais e urbanos, assim como a poluição, o mau uso deste recurso natural, seu desperdício, a falta de políticas públicas que estimulem o uso sustentável da água, falta de uma maior participação da sociedade e uma deficiência na educação ambiental (REDES DAS ÁGUAS, 2014), como as enfrentadas na Zona Oeste do estado do Rio de Janeiro, onde o aumento da população e a falta de saneamento básico se entrelaça com a utilização inconsciente dos recursos hídricos, como o fato de quase não existir redes coletoras de esgoto em determinados lugares, elevando o lençol freático, devido à alta frequência de chuva, inviabilizando a utilização do sistema de fossas sépticas e "sumidouros". Nessas áreas, onde se há um precário saneamento básico, ainda se encontram valas com esgoto a céu aberto, problema que agrava a situação de abastecimento de água limpa e potável, além de aumentar problemas relacionados à saúde (BRITTO & FORMIGA. 2010).

Wing (2014) afirmou que a população brasileira ainda mantém hábitos perdulários como de lavar calçadas e não ter hábito de impedir vazamentos em aparelhos sanitários ou torneiras, assim como dirigentes de grandes empresas responsáveis pelo abastecimento de água já não exercitam mais as formas de conscientização da população, levando-a a poupar água, como a SABESP que não se utiliza campanhas de esclarecimento como a antiga "sabendo usar, não vai faltar".

Com tantos problemas que circulam o mau uso da água e seu consumo, é perceptível que ações em prol do meio ambiente dentro e fora das escolas são imprescindíveis. Porém, a escola se destaca em seu papel na formação de cidadãos críticos, reflexivos e multiplicadores, fazendo-se necessário trabalhar este tema no meio educacional. Todo esse processo pode proporcionar mudança de hábitos para melhoria da qualidade de vida não só da escola como na comunidade ao redor. O

professor deve ter comprometimento, insistindo com seus alunos na tese de que a água é um bem universal indispensável para a vida para que isso se desenvolva no educando como um hábito, tornando-os conscientes de que esse recurso é um grande problema mundial de alto valor para a humanidade (EFFTING, 2007).

4. MATERIAL E MÉTODOS

a. Tipo de pesquisa

O presente trabalho é baseado em uma pesquisa do tipo quantitativa, de caráter explicativo e como procedimento base, levantamentos bibliográficos e de dados participativos através de questionários realizados com o corpo discente do ensino fundamental e médio, com objetivo de identificar o panorama geral sobre o uso abusivo da água em jovens com idade de 14 aos 18 anos.

b. Local da pesquisa

A pesquisa será realizada no colégio Dr. Paulo Gissoni, situado na Avenida de Santa Cruz, 1631 no bairro Realengo, zona Oeste do município do Rio de Janeiro-RJ.

c. Coletas de dados

O público-alvo é composto pelo corpo discente do colégio Dr. Paulo Gissoni entre 14 e 17 anos. Para obter os dados, serão aplicados questionários ao público-alvo, contendo 14 perguntas fechadas, contemplando o tema a ser abordado. Serão aplicados com alunos do primeiro turno, pois no segundo turno só funciona projetos de monitoria e cursos preparatórios para ENEM.

d. Organização e análises de dados

Para a tabulação de dados e confecção de gráficos será utilizado o software Microsoft Office Excel 2010® onde serão desenvolvidos gráficos de percentagem.

e. Ferramentas e equipamentos

- Questionário em papel distribuído individualmente para o público-alvo.
- Computador e o software de organização de dados - Microsoft Office Excel 2010.

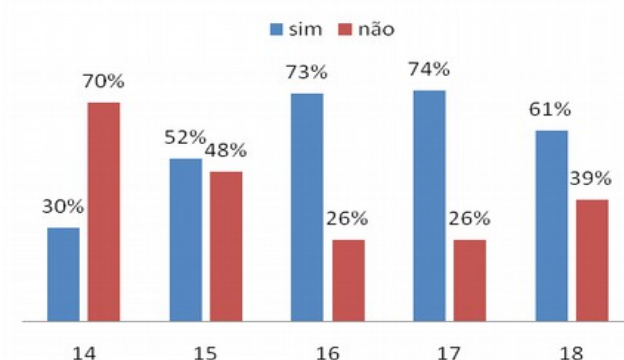
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra cronológica da população estudada foi de 115 alunos correspondentes a um grupo restrito de pessoas (alunos de 14 a 18 anos, sendo 23 alunos de cada idade) de um determinado colégio da Zona Oeste do RJ.

A pesquisa foi facilmente realizada com sucesso, tendo em vista a acessibilidade dos alunos na abordagem respondendo o questionário de pesquisa interesse esclareceras possíveis hipóteses do estudo.

Para primeira questão demonstrada no Gráfico 1, onde contempla a pergunta “ Quando escova os dentes, deixa a torneira fechada durante a escovação? ” Pode-se perceber que na faixa de 14 anos, apenas 30% dos entrevistados se preocupam em fechar as torneiras ao escovar os dentes, seguidos pelos alunos de 15 anos, onde apenas 52% optaram pela primeira resposta, 73% dos alunos de 16 anos também afirmaram exercer essa prática como 74% dos alunos com 17 anos e 61% dos alunos de 18 anos. Com exceção da faixa etária de 14 anos, todas as idades obtiveram um percentual significativo de pessoas que possuem o hábito de escovar os dentes com a torneira ligada, onde não foi muito diferente do estudo de Souza e Gomes (2010) realizados com 25 alunos entre 15 e 20 anos, no qual todos os estudantes afirmaram escovar os dentes com a torneira ligada durante a escovação, sendo 19% o percentual de alunos a afirmarem que deixam a torneira aberta em torno de 3 minutos.

Gráfico 1: Quando escova os dentes, deixa a torneira fechada durante a escovação?



No Gráfico 2, são apresentados os resultados referente a pergunta “Quando toma banho, deixa o chuveiro aberto todo o tempo? ”, onde mais da metade dos alunos afirmaram que sim, sendo 30% para estudantes de 14 anos, 70% de 15 anos, 87% de 16, 83% de 17 e 70% de 18 anos o que nos leva a um alerta tendo como base o trabalho de ANA *et al* (2005), onde afirma que apenas em vazamentos de registros de chuveiros ou em tubulação junto a parede, tem uma perda estimada de 0,86 litros por dia.

Uma pequena parte dos alunos, menos da metade de cada faixa etária, afirmam que reutilizariam a água de alguma maneira (**Gráfico 3**), destes 9% dos alunos de 14 anos fizeram essa afirmação, assim como 4% de 15 anos, 17% de 16 anos, 39% de 17 anos e 35% de 18. Esse percentual inferior a metade dos entrevistados e também preocupante, não se difere da minoria encontrada no estudo de Garcia *et al* (2010), realizado com o com 139 moradores de residências localizadas no bairro Chapada do Rio Vermelho em Salvador-BA, onde deste apenas 9,2% fazem a reutilização da água.

Gráfico 2: Quando toma banho, deixa o chuveiro aberto todo o tempo?

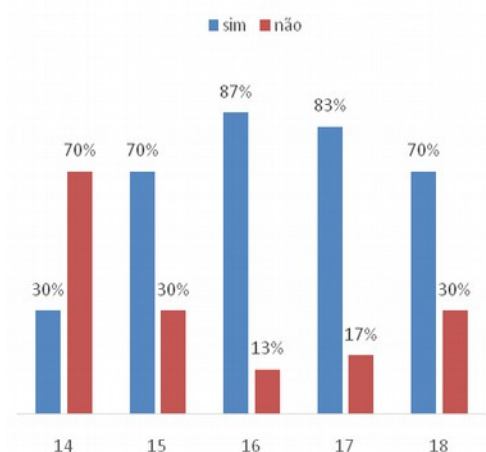
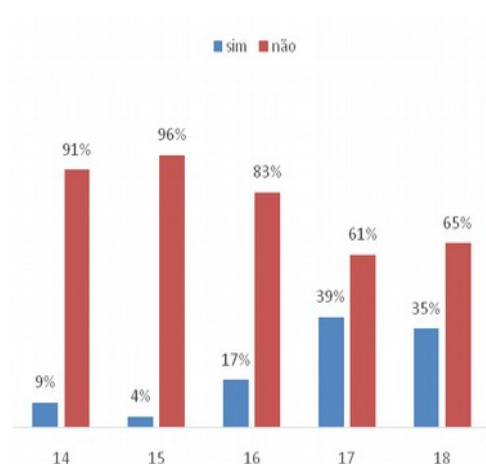


Gráfico 3: Você reutilizaria a água?



No Gráfico 4, são apresentados os resultados da pergunta "Seus pais conversam com você sobre o consumo consciente da água?", onde menos da metade dos alunos de 14 anos (30%), 15 (35%) e 18 anos (39%) afirmaram que seus pais e familiares conversam com os mesmos sobre o assunto, sendo diferente para os alunos de 16 anos (57%) e 17 (57%), onde é registrado um percentual maior que as demais idades nesta afirmação. Esta questão está diretamente ligada com a questão que abordava a pergunta "já tentou conscientizar algum amigo, parente ou vizinho sobre o uso da água?" (Gráfico 5) pois através de conversa recebemos conhecimentos e também somos multiplicadores deste através desta

conscientização indireta conscientização. Nesta questão, apresentada no Gráfico 5, menos da metade dos alunos afirmaram conscientizar um amigo, vizinho ou familiar através de uma conversa informal sendo 17% para alunos de 14 anos, 52% para 15 anos, 39% para 16%, 52% para 17 anos e 43% para 18 anos. Essa é uma questão de importância social pois como apresentado no estudo de Paulo e Monteiro (2006) com 121 de 7 a 15 anos em uma escola municipal em São José dos Campos, onde 88% dos alunos acreditavam que o desperdício da água não tinha haver com sustentabilidade.

Gráfico 4: Seus pais conversam com você sobre o consumo consciente da água?

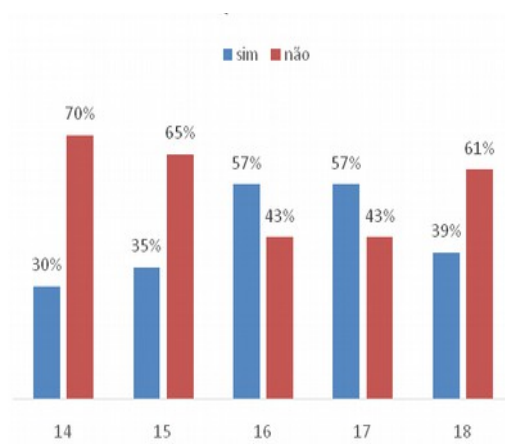
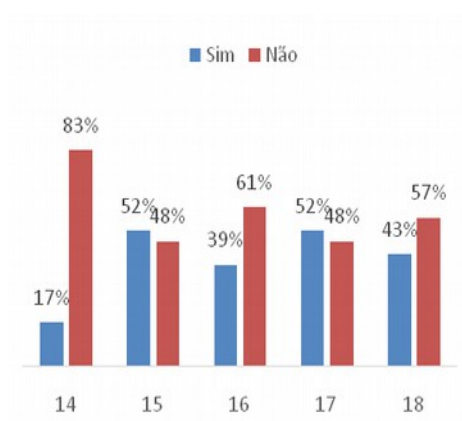


Gráfico 5: Já tentou conscientizar algum amigo, parente ou vizinho sobre o uso da água?



Quando foi perguntado se a escola apoiava ou incentivava a economia de água (Gráfico 6), os resultados variaram sendo de 39% para 14 anos, 48% para 15,43% para 16 anos, 22% para 17 anos e 30% para 18 anos, afirmando o apoio da instituição de ensino na importância e incentivo a economia de água.

Segundo Demo apud Souza e Gomes (2010), educação formal é o meio no qual o contato pedagógico tem algo de muito específico na construção do conhecimento, porém não se reduz apenas a meios formais como escolas e trabalhos, existem contatos pedagógicos em qualquer ambiente onde pessoas interajam.

O Gráfico 7, apresenta resultados da questão “ conhece os problemas gerados sobre a má utilização da água? ”, onde todas as faixas etárias trabalhadas no presente estudo afirmaram em quase 90%, sendo 87% para 14 anos, 82% para 15 anos, 91% para 16 anos, 87% para 17 anos e 91% para 18. Esse resultado é muito interessante e de extrema importância, pois apesar de afirmarem a consciência de problemas gerados pela má utilização da água, a maior parte dos alunos de cada faixa etária deixam o chuveiro aberto todo o tempo em seu banho como apresentado na ilustração 2 e não reutilizariam a água, como apresentados no Gráfico 3.

No trabalho de Souza e Gomes (2010) os estudantes atribuíram problemas utilizados a má utilização da água como guerra existente devido à escassez da mesma em várias partes do mundo. Já no trabalho de Paula & Pereira (2006) realizado com 318 de 19 municípios que compõem a Região Metropolitana de Campinas, a população coloca a escassez de água em algumas regiões do país como resultado da falta de prioridade política no setor de saneamento, porém minimizam a responsabilidade do governo pela situação. Antes do governo, a população sente que ela própria é a responsável direta pela falta do bem, talvez pela consciência do desperdício praticado.

Gráfico 6: Sua escola apoia ou incentiva a economia da água?

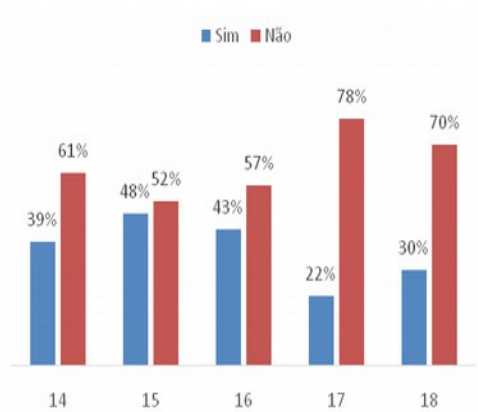
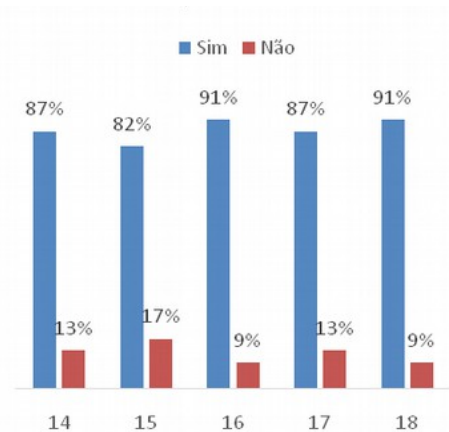


Gráfico 7: Conhece os problemas gerados sobre a má utilização da água?



Como visto no Gráfico 8 sobre a participação em trabalhos ou projeto de conscientização, pode-se observar que 74% dos alunos de 14 anos relataram terem participado, assim como 65% dos alunos de 17 anos, no entanto as faixas etárias de 15, 17 e 18 majoritariamente não participaram de nenhum trabalho ou projeto o que demonstra uma falta de importância com relação a conscientização, o que corrobora com o trabalho de GARCIA *et. Al.*, (2010).

No Gráfico 9 foi analisado o conhecimento dos alunos em relação a população e a conscientização, onde pode ser observado que em todas as idades a maioria respondeu de forma negativa, o que pode ser relatado o desconhecimento da sociedade em relação a redução da quantidade de água, corroborando com o trabalho de SOUZA e GOMES (2010), onde os indivíduos entrevistados relataram

que essa falta de uso consciente em relação a população é devido a poluição da água por agentes químicos ou pelo próprio desperdício da mesma e com o trabalho de Garcia *et. Al.*, (2010) onde constatou que a opinião dos demais indivíduos entrevistados em relação ao consumo racional de água foi constatado de forma negativa.

Gráfico 8: Já participou de algum trabalho/ projeto sobre a conscientização da água?

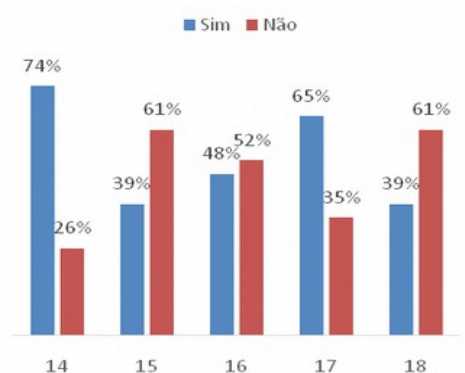
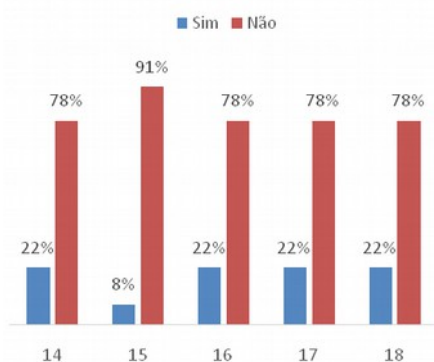


Gráfico 9: Você acha que a população é consciente sobre o consumo da água?



No Gráfico 10 foi analisado a opinião dos alunos em relação ao governo, em todas as faixas etárias a maioria respondeu de forma negativa em relação aos investimentos do governo com relação ao uso consciente da água, o que foi observado no trabalho de Souza e Gomes (2010), onde 73% dos indivíduos entrevistados desconheciam a existência de projetos e iniciativas.

Foi analisado no Gráfico 11 se na residência dos indivíduos entrevistados havia um hábito frequente de lavar a calçada, a maioria dos entrevistados responderam de forma negativa, no entanto os indivíduos de 17 anos relataram uma frequência em relação a tal ação, a amostragem desses dados vai de encontro aos dados analisados de Paulo e Monteiro (2006).

Gráfico 10: Na sua opinião, o governo investe nesse assunto?

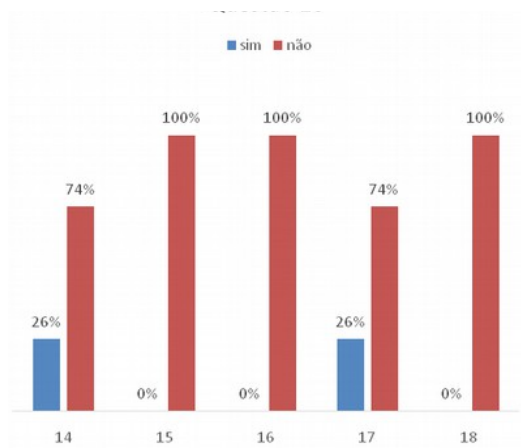
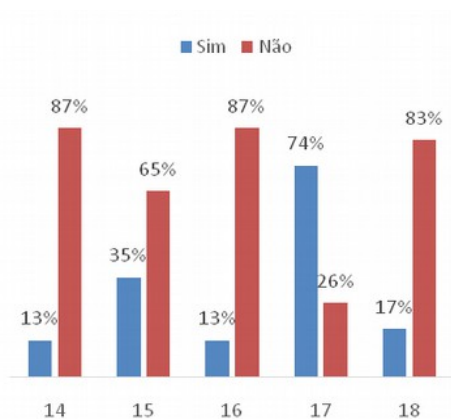


Gráfico 11: Na sua casa, costumam lavar a calçada frequentemente?



No Gráfico 12 foi analisada a relação da renovação da água da piscina de forma diária, pode-se observar que nas idades de 14 e 15 anos responderam de

forma positiva que teriam tal hábito, já nas faixas etárias de 16 e 17 foi respondida de forma negativa e na faixa etária de 18 anos quase que dividido a opinião em relação a renovação diária de água, sendo 48% a favor da renovação diária e 52% contra.

No Gráfico 13 foi analisado a importância da coleta da água da chuva, onde a maioria dos entrevistados responderam de forma positiva a importância da coleta da água da chuva.

Gráfico 12: Você costuma renovar a água da piscina diariamente? Se você não tem piscina, faria se tivesse?

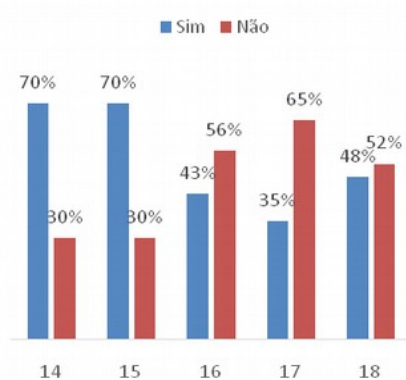
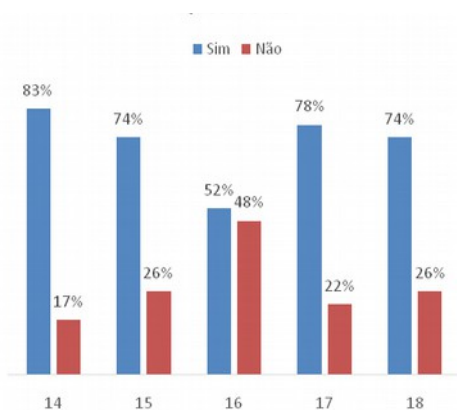


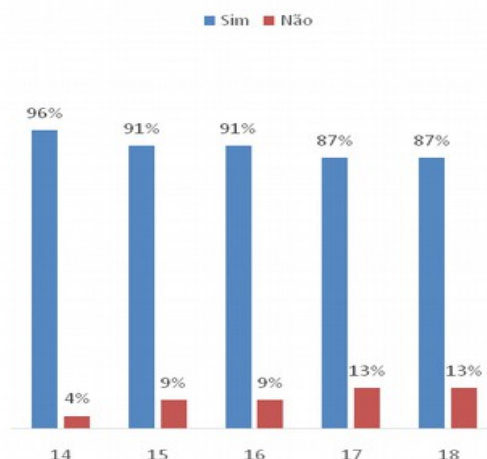
Gráfico 13: Você acha importante coletar a água da chuva?



No Gráfico 14 foi analisada a opinião em relação a aplicação de multa em relação ao desperdício da água onde a maioria dos indivíduos responderam de forma positiva a medida utilizada em São Paulo, tal amostragem corrobora com

GARCIA *et. Al.*, (2010), onde foi analisado que quando se trata de economia a maioria dos indivíduos relataram fazer o racionamento da água.

Gráfico 14: Você acha correta a aplicação de multa pelo desperdício de água? (Como visto em SP).



6. CONCLUSÃO

Nos objetivos específicos avaliados quanto ao uso abusivo da água e discriminação da mesma, encontra-se viável o fator de conscientização natural dos jovens quanto a sua utilização, pois com o presente estudo percebeu-se que jovens de 14 a 18 anos conhecem problemas da má utilização da água, acreditam que o governo não investe no fator de conscientização de forma eficiente e estratégica, afirmam já ter participado de algum projeto de conscientização sobre o consumo da água, com um percentual maior para alunos de 14 anos (74%), acreditam que o uso de multas para o desperdício de água seria um fator eficiente, porém não possuem bons hábitos de economia com a água, como desligar a torneira enquanto escovam os dentes, evitar a troca de água da piscina com grande frequência ou reutilizar a água de alguma outra forma. Esse resultado nos leva a acreditar que os jovens fazem o uso abusivo da água, acreditam que a mesma é um bem infinito, alguns entendem os possíveis problemas ocasionados por sua falta, mas não tem a total consciência destes problemas sendo demonstrados em seus hábitos reflexos de

seus pais, que podem estar correlacionados com o fato de nunca terem passado por problemas alarmantes, que sofressem diretamente, com a falta de água potável para o consumo ou de uso abusivo da mesma.

7. REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional das Águas; SAS/ANA, Superintendência de Conservação de Água e Solo; FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; DMA, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; SindusCon-SP, Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo; COMASP, Comitê de Meio Ambiente do SindusCon- SP- **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo, junho de 2005. Prol Editora Gráfica.

BONOTELLI, C. **Nível do Sistema Cantareira volta a cair e atinge 10,1%**. Yahoo Notícias Brasil. Rio de Janeiro, 4 maio 2014. Disponível em: <<https://br.noticias.yahoo.com/n%C3%ADvel-sistema-cantareira-volta-cair-atinge-10-1-152000581.html>> Acesso em: 4 de mai 2014.

BRITTO, L.; FORMIGA, **Mudanças climáticas, saneamento básico e governança da água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. In: V Encontro Nacional do anppas. Florianópolis. SC.2010

CERQUEIRA, F. **Água**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/agua.htm>>. Acesso em: 12 de abr 2014

CLINE, W. **Global Warming and Agriculture: Impact estimates by country**. Washington DC: Center for Global Development and Peterson Institute for International Economics, 2007.

DUARTE, R. **Seca, pobreza e políticas públicas no nordeste do Brasil**. Pobreza, desigualdade social y cidadania. p. 2268-2271, 2001

EFFTING, T. R.2007.**Educação ambiental nas escolas públicas: Realidades e desafios. Monografia** (Especialização “Planejamento para o desenvolvimento sustentável). UNIOESTE. Paraná. Disponível em: <http://ipcp.org.br/storage/EA/Aprendizagem%20-%20Escolas%20e%20Ecopedagogia/EA%20nas%20escolas%20p%20FAblicas_%20realidade%20e%20desafios.pdf>. Acesso em: 29 abr 2014

ESCWA. 2009. **Trends and Impacts in Conflict Settings: the socio-economic impact of conflict-driven displacement in the ESCWA region, issue 1**. New York: United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA), 2009. (E/ESCWA/ECRI/2009/2). Disponível em: <<http://www.escwa.un.org/information/publications/edit/upload/ecri-09-2.pdf>>. Acesso em: 25 abr 2014

GARCIA, A.A.C.; SANTOS, M.; CONCEIÇÃO, D.; MACHADO, A.; KIPERSTOK, A. **Consumo domiciliar e uso racional da água em áreas de baixa renda: Pesquisa de opinião**. In: I Congresso baiano de engenharia sanitária e ambiental. Salvador, Bahia. Anais.2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ,2008. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 abr 2014

ILHA, M. S.O.; NUNES, S. da S.; SALERMO, L. S. **Incidência de patologias nos sistemas prediais de água do Hospital das Clínicas da UNICAMP**. In: Congresso Latino-americano de Patologia de lá Construcción, 8 e Congresso de Control de Calidad en la Construcción, 10. Assunção, 2005. 8 p.

JIANG, Y. **A segurança alimentar, o desenvolvimento e a qualidade de vida estão ameaçados**. Aqua Vitae.2012.v.8. N. 16, p.45-48.

KROMER, a.; WOLF, A.T.; CARIUS, A.; DABELKO, G. **The key to managing conflict and cooperation over Water**. A World of Science, v.11, n. 4, Jan. /Mar. 2013.

NEPAD. **Water in Africa: management options to enhance survival and growth**. Addis Ababa: United Nations Economic Commission for Africa (UNECA), New Partnership for Africa's Development (NEPAD), 2006. Disponível em: <<http://www.uneca.org/awich/nepadwater.pdf>>. Acesso em:25 abr 2014

NUNES, S. S. **Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas**. 2000. 145p. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas

OLIVEIRA, L. H. **The influence of water losses in the water consumption indicator value of apartment buildings**. In: 27th International Symposium CIB W62, 2001, Portoroz, Slovenia. Technical proceedings - CIB W62/2001, 2001. p. B7-1-B7-10.

PAULA, G. O. de Pereira, S. Y. **Conhecimento e Desconhecimento sobre o Recurso Natural Água**. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 3. 2006, Indaiatuba. Anais. Indaiatuba: ANPPAS, 2006.

PAULO E. C., MONTEIRO A. R. – **O papel da escola na conscientização de jovens e crianças quanto a conscientização ambiental**. X encontro latino americano de iniciação científica 2006

RAMÍREZ, B. **Saneamento: um esforço econômico**. Aqua Vitae. 2012, v. 8, n. 16, p.19-21

REDES ÁGUAS. Disponível em: <<http://www.rededasaguas.org.br/questao-agua/ameacas-a-agua>> Acesso em: 08 abr 2014

SILVA, G. S. da. **Programas permanentes de uso racional de água em campi universitários: o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. 2004. 328p. 2v. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo

SOUZA A. A. C., GOMES L. J. **Percepção e desperdício da água pelos estudantes de uma escola urbana no município de Nossa Senhora da Glória/ SE**. In III encontro de recurso hídricos em Sergipe. Aracaju. 2010.

STEFANELLI, A.; OLIVEIRA, M. A. **Estudo sobre o uso racional de água no centro universitário da fundação educacional de Barretos**. 2009. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia Civil) -Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. São Paulo.

THOMAZ, P. (1998) *apud*. SCHERER, F.A.; GONÇALVES, ORESTES (2009). M. **Uso racional da água em escolas públicas: diretrizes para secretarias de educação**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. p.1-20. ISSN 0103-9830 .2004

WING, C. **Desperdício de água**. Estadão notícias. Rio de Janeiro,19 jan.2014 disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,desperdicio-de-agua,1120246,0.html>> Acesso em: 19 jan 2014

DRONES – TECNOLOGIA E APLICAÇÕES PARA DAR SUPORTE ÀS ÁREAS DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

Gerson Lerner

Sávio Chaves

Saulo Chaves

Tema: Drones na engenharia e meio ambiente

Palavra-chave: Drone

RESUMO

Os drones são muito mais que veículos aéreos não tripulados. São aeronaves artificialmente inteligentes que abrem a possibilidade para, de uma forma logisticamente menos complexa e custosa que as formas tradicionais, colocar nas alturas elementos de alta tecnologia (câmeras, GPS etc) e as utilizar para gerar produtos de alto valor agregado.

O objetivo principal do *paper* é apresentar uma gama de possibilidades de aplicação de drones para dar suporte às áreas de engenharia e meio ambiente.

ABSTRACT

Drones are much more than any flying machine. They are artificially intelligent aircraft that make it possible to, in a less complex way compared with traditional forms, fly high-tech elements (cameras, GPS etc) and use them to generate high value-added products.

The main objective of the paper is to present a range of drone application possibilities to support engineering and environment areas.

INTRODUÇÃO

Inicialmente criados para fins militares, hoje os drones já fazem parte de nossa realidade, sendo muito utilizados em diversas áreas de atuação civil.

convencionais (helicóptero, avião etc), principalmente levando-se em conta custos operacionais e logísticos, os drones vem a cada dia conquistando mais o mercado.

Abaixo uma tabela comparativa dos drones em relação a sistemas convencionais:

Item / Tecnologia	Sistema convencional	Drones
Altura mínima de voo	100m/300m (helicóptero/Avião)	Não há
Aproximação máxima do objeto	20m/- (helicóptero/Avião)	1m
Custo de operação	Elevado	Baixo
Poluição sonora e ambiental	Elevado	Baixo
Logística	Complexa	Simple

Tabela 1: Comparativo na operação de sistemas convencionais e drones

Os drones, hoje em dia, já vem sendo amplamente utilizados para geração de imagens e vídeos aéreos, alimentando de material produtoras e agências de publicidade. No entanto, o simples gerar imagens e vídeos aéreos, é apenas o básico do que pode ser feito através de drones.

Diversas funcionalidades podem ser exploradas ao embarcar tecnologia (Exemplo: sistemas GPS, Ground station, RTK, câmeras com GPS entre outros) nos drones e isso pode facilitar e revolucionar os trabalhos de engenharia e meio ambiente.

Nosso objetivo nesse paper é apresentar uma gama de possibilidades de aplicação de drones artificialmente inteligentes para dar suporte às áreas de engenharia e meio ambiente, gerando produtos altamente sofisticados.

TECNOLOGIAS A SEREM EMBARCADAS NOS DRONES

Os drones poder ser muito mais que simples “veículos aéreos não tripulados” dotados de câmeras de foto/filmagens.

Esse item trata exatamente disso: uma breve introdução da funcionalidade de algumas inteligências artificiais que podem ser embarcadas nos drones.

Nos exemplos a seguir, procura-se alocar as tecnologias das mais simples às mais complexas:

Gimbal:

É uma estrutura embarcada no drone que permite que a câmera gire em torno de eixos. É importante o uso de gimbal pois, além de permitir filmar ou fotografar objetos fora da linha de vôo, estabiliza a imagem (diminui vibrações).



Figura 1: Gimbal de GoPro



Figura 2: Gimbal de câmeras profissionais

Sistema GPS:

Através dessa tecnologia o drone reconhece onde está voando e, se torna

capaz, por exemplo, de seguir um caminho pré-determinado e voltar à origem de onde saiu (precisão de metro).

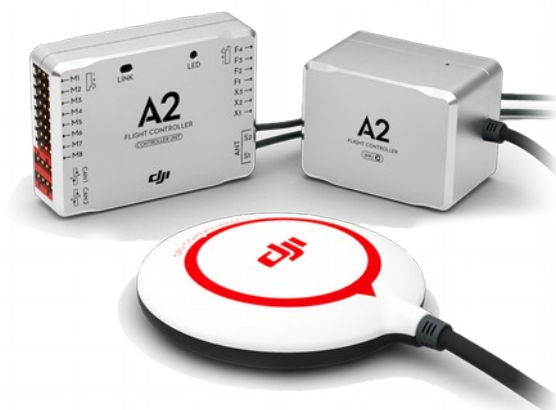


Figura 3: Exemplo de placa GPS utilizada em drones

Existem diversas antenas GPS, com precisões e preços distintos, sendo utilizados para diversas aplicações em áreas diferentes.

A seguir as antenas GPS alocadas em ordem de preço e precisão: NAZA, Wongkong, A2, Navio e RTK.

A placa Naza tem precisão de metro enquanto o RTK, de poucos centímetros.

Sistema FPV:

É um sistema de transmissão de imagens em tempo real. Assim, do solo, pode-se saber o que se está fotografando ou filmando lá do alto e também permite o controle do drone quando o operador já não mais o visualiza.



Figura 4: FPV para controle do elemento a ser filmado/fotografado



Figura 5: FPV engastado no rádio-controlado para operador visualizar linha de voo



Figura 6: FPV alternativo em formato de óculos para visualizar linha de voo



Figura 7: Operador de drones utilizando FPV em formato de óculos

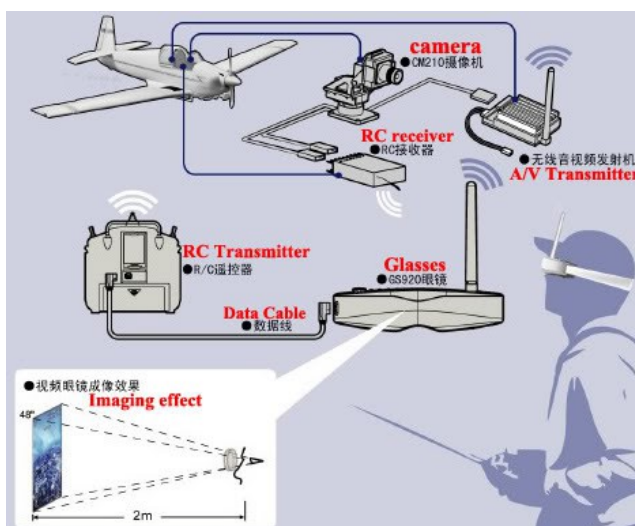


Figura 8: Demonstração como o FPV funciona

Sistema de Planejamento de Vôo (Ground Station):

É um programa que combinado com o GPS embarcado no drone permite o operador planejar os locais em que o drone vai simplesmente passar ou executar alguma tarefa (exemplo: tirar uma foto, filmar, entregar algum objeto, entre outros).



Figura 9: Exemplo de um software de planejamento de voo de drone

Sistema de mapeamento aéreo com RTK

É um sistema composto por um RTK base com antena de rádio e um chip RTK embarcado no drone. Através da tecnologia RTK e de um planejamento de voo, consegue-se mapear a região, estabelecendo posições precisas de coordenadas do drone (precisão de centímetros).



Figura 10: Componentes do Sistema de mapeamento aéreo com RTK (RTK base)



Figura 11: Chip RTK inserido no drone

Uma possibilidade a ser explorada é unir o levantamento aéreo ao levantamento topográfico utilizando o mesmo RTK base com antena de rádio. Através do processamento conjunto dos 2 levantamentos pode-se, por exemplo, georreferenciar as imagens aéreas e gerar as estruturas levantadas na topografia em 3D (produto semelhante às estruturas 3D visualizadas hoje através do Google Earth, porém com uma resolução de imagem e precisão de posição dos pontos infinitamente maior).



Figura 12: Componentes do Sistema de topografia com RTK

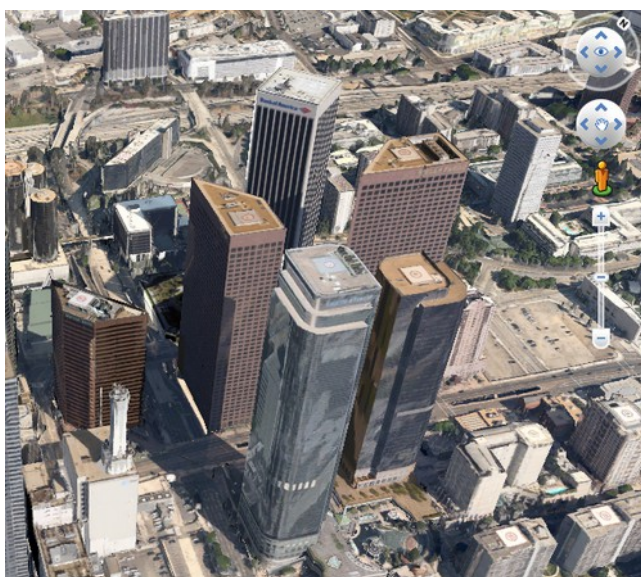


Figura 13: Google Earth – Estruturas em 3D

APLICAÇÕES DOS DRONES NAS ÁREAS DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

Esse item pincela algumas contribuições que o uso de drones e sua tecnologia embarcada podem dar às áreas de engenharia e meio ambiente.

a) Supervisão, fiscalização e acompanhamento de obras

Através do uso de drones pode-se explorar diversas oportunidades nessa área.

Exemplos:

(1) Contrato de longo prazo: Periodicamente fotografar e filmar a obra para oferecer ao cliente, ao final de sua empreitada, um vídeo no estilo time-lapse (vídeo corrido de no máximo 5 minutos que mostra como se deu a evolução da obra) OU (2) Contrato de curto prazo: No local da obra, obter imagens e ângulos da obra que sem o uso do drone seria impossível.

Através de sistema RTK e drones pode-se criar a estrutura 3D da obra (tecnologia explicada no capítulo anterior item e)



Figura 14: Exemplo de supervisão de obra utilizando drone

b) Sobre-vôo em áreas de risco ou de difícil acesso

Usa-se bastante drones para se obter imagens em áreas de risco ou de difícil acesso.

Exemplo atual do uso de drone para esse fim foram imagens aéreas da destruição do Nepal por terremoto em Abril de 2015.



Figura 15: Sobre-vôo em área de risco e difícil acesso (Nepal Abril/2015 após terremoto)

c) Fiscalização e monitoramento ambiental

Através do uso de drones pode-se explorar diversas oportunidades nessa área.

Exemplos:

(1) Contrato de longo prazo: Periodicamente, utilizando câmera com GPS, fotografar uma área de Preservação Ambiental e verificar se não está havendo desmatamento (redução dessa mata) OU (2) Contrato de curto prazo: Também utilizando câmera com GPS monitorar se está havendo invasão à alguma Unidade de Preservação Ambiental.



Figura 16: Exemplo de monitoramento ambiental utilizando drone

d) Mapeamento de culturas agrícolas

Utilizando drones pode-se, além de mapear culturas agrícolas, obter informações importantes sobre as culturas mapeadas.

Para isso costuma-se embarcar no drone sensores óticos: exemplos são o “Red Edge” e o “NIR”.

No caso do “Red Edge” o sensor capta a luz refletida entre o visível e o infravermelho, possibilitando o mapeamento do stress hídrico e da concentração de pigmentos de clorofila. Dependendo da espécie ou cultura em análise, é também possível identificar vegetação espontânea, analisar o funcionamento do sistema de rega (por gravidade ou outro), identificar surtos de pragas, mapear o risco de aparecimento de determinadas doenças, entre muitos outros.

No caso do “NIR”, o sensor capta a luz refletida no infravermelho de modo a mapear o vigor das plantas, o stress hídrico e a quantificar a biomassa. Dependendo da espécie ou cultura em análise, é também possível identificar vegetação espontânea, analisa o funcionamento do sistema de rega (por

gravidade ou outro), identificar surtos de pragas, mapear o risco de aparecimento de determinadas doenças, entre muitos outros.

Através das imagens obtidas com o “Red Edge” e “NIR”, pode-se por exemplo, otimizar o uso de agrotóxico na lavoura, tornando a plantação menos tóxica e o resultado da mais eficiente. O uso desses sensores óticos permite também identificar o momento em que o vegetal está pronto para ser colhido, auxiliando assim a otimização de movimentação de máquinas na lavoura.



Figura 17: Exemplo de mapeamento de culturas agrícolas utilizando drone

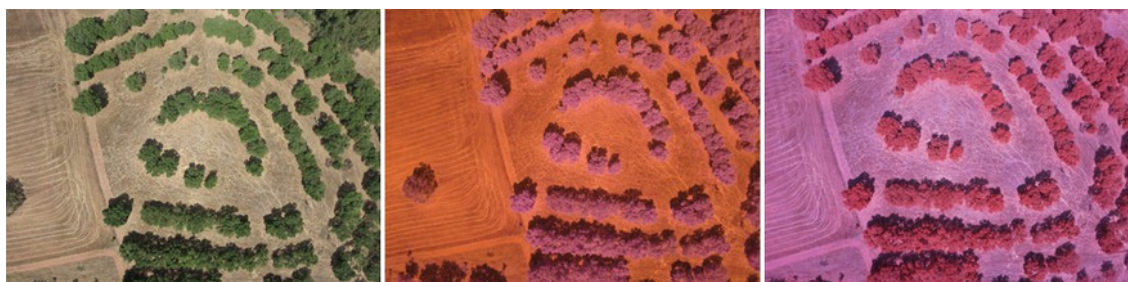


Figura 18: Filtros associados a imagens aéreas (1-sem filtro / 2- “Red Edge” / 3- “NIR”)

e) Monitoramento e avaliação de áreas degradadas e/ou Registro de ação antrópica ilegal

Pode-se utilizar drones para se obter imagens de áreas degradadas e/ou Registro de ação antrópica ilegal.

Damos como exemplo imagem de área degradada por erosão natural e registro de ação antrópica ilegal (desmatamento).



Figura 19: Imagem aérea de erosão natural



Figura 20: Imagem aérea de desmatamento

f) Monitoramento de trânsito nas ruas e em estrada

Existem diversas possibilidades utilizando drones para se otimizar o deslocamento em cidades – mostraremos aqui 2 possibilidades:

A primeira possibilidade é se ter um drone como acessório veicular. A Renault está trabalhando nisso: o "KWID", que utiliza o seu próprio "drone" para detectar problemas no trânsito, promete ser lançado no mercado daqui 2 anos.

A segunda possibilidade é se utilizar de drone para serviço de repórter aéreo. Através de vídeo e com repórter em terra, a notícia é espalhada pelos veículos de comunicação ao vivo (rádio ou TV).



Figura 21: Drone como acessório veicular (projeto "KWID" da Renault)



Figura 22: Drone para servir de base para repórter aéreo

g) Fotogrametria/topografia utilizando drones

Para gerar a fotogrametria ou topografia de uma área deve-se seguir 3 etapas principais:

- (1) Planejamento de voo,
- (2) Levantamento em campo e
- (3) Processamento.

A seguir resumo de cada uma das etapas:



Figura 23: Etapas da Fotogrametria/Topografia aérea

(1) Planejamento de voo (tarefa de escritório): Deve-se ter em mente basicamente a área a ser coberta, a altura de voo, o grau de sobreposição de imagens (varia de 30% a 60%) e o tipo de sensor embarcado.

(2) Levantamentos (no local): É a execução do planejamento de voo traçado no escritório.

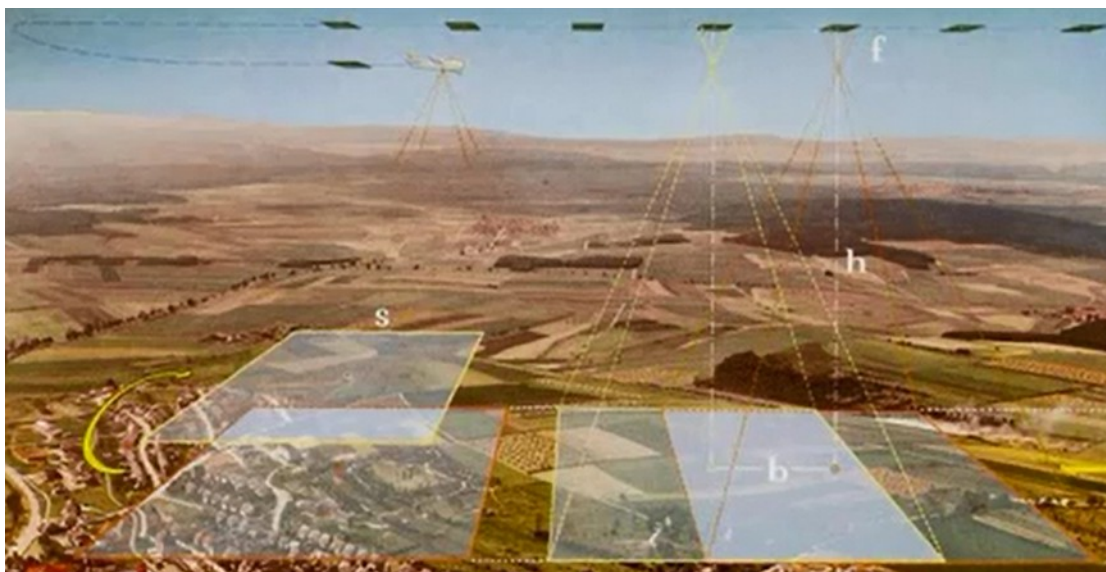


Figura 24: Etapas de levantamento aéreo

A fim de tornar o levantamento aéreo mais preciso é necessário levantar em terra, através de sistema RTK, coordenadas exatas de alguns pontos de controle. Para se ter uma idéia, um levantamento aéreo sem ponto de controle em solo tem erro estimado superior a 5 metros enquanto com ponto de controle, o erro cai absurdamente para a faixa dos centímetros (de 3 cm a 5 cm).



Figura 25: Linha de voo e pontos de controle

(3) Processamento (tarefa de escritório): Através dos dados e imagens obtidos na etapa de levantamento, utilizando-se de softwares altamente tecnológicos, processa-se essas informações, obtendo modelo digital de superfície, modelo digital do terreno (aplicando filtro ao MDS) e topografia (curvas de nível).

Os principais softwares de processamento são o PhotoScan, Pix4D, Trimble UASMaster e o APS.

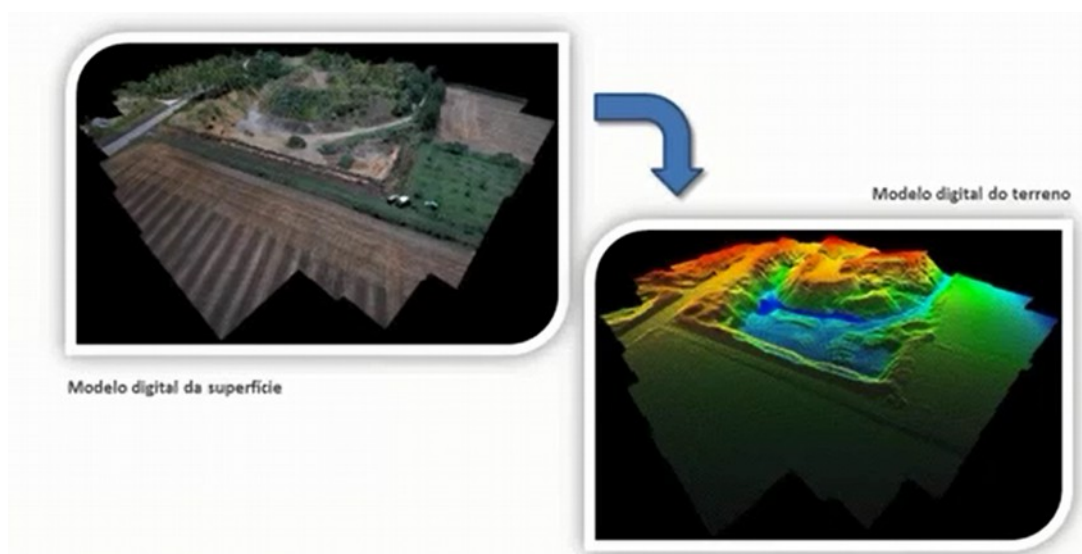


Figura 26: Produtos gerados no Processamento

CONCLUSÃO

As aplicações dos drones para servir a engenharia e meio ambiente já são inúmeras e tendem a aumentar ao longo dessa década.

O grande problema da expansão desse tipo de mercado no Brasil é a incerteza jurídica tão conhecida no país – no caso de drones ainda não há legislação específica, tornando, para o empresário, investir nesse tipo de negócio, arriscado.

Vale mencionar que hoje voar comercialmente com drones no território nacional não é autorizado pela ANAC, apesar de na prática sabermos existir.

A ANAC vem prometendo às empresas de drones permitir vôos de aeronaves

de até 25 kg até 120 metros de altitude (ela havia prometido emitir essa regulamentação em Dezembro de 2014). Enfim, quando regulamentação específica para esse setor da aviação não tripulada vai sair, como muitas coisas no Brasil, é uma incógnita.

Fato é que o mercado de drones está aberto e as áreas de atuação são infinitas!

REFERÊNCIAS

Disponível em: <<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2015/04/drone-mostra-imagens-de-destruicao-apos-terremoto-no-nepal.html>>

Disponível em: <<http://www.terradrone.pt/>>

Disponível em: <http://www.dn.pt/inicio/ciencia/interior.aspx?content_id=3674465&seccao=Tecnologia>

Disponível em: <<http://www.graltec.com/webinar-gratuito-sobre-drones/>>

Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2014/02/anac-vai-permitir-voos-de-drones-de-ate-25-kg-ate-120-metros-de-altitude.html>>

CONSERVAÇÃO AMBIENTAL: ANÁLISE COMPARATIVA FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLOGIA DO RIACHO GRILLO, SE.

Angelina Freire Resende

Sheila Santos Araújo

Thaize Souza Santos

]Maria das Graças da Silva Correia

Cinthia Larissa Santana Lisboa

RESUMO

O Riacho Grilo está localizado na região centro-sul do Estado de Sergipe, situado na região sub úmida. Ele abastece a sua sede, o município de Salgado e o município de Boquim. Esse abastecimento tem contribuição para consumo após ser tratada pela rede de distribuição das regiões. O presente estudo tem como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do Riacho Grilo; comparar os resultados com a análise feita no ano de 2009 pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Ressaltando o que ocasionou as diferenças entre os resultados e apresentar possíveis soluções. Os resultados desse trabalho estão de acordo com a portaria nº 357/2005 para Classe 2 de águas da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, com poucas alterações entre os parâmetros analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Água, Análises, Riacho Grilo, Sergipe.

ABSTRACT

The Cricket Creek is located in the south central region of the state of Sergipe , located in the sub-humid region. It supplies its headquarters , the city of Salgado and the municipality of Boquim . This contribution has supply for consumption after being treated by the distribution network of the regions. This study aims to analyze the physical and chemical parameters and bacteriological do RiachoCricket ; compare the results with the analysis made in 2009 by the Ministry of

Environment and Water . Noting that caused the differences between the results and present possible solutions. The findings are in line with the decree n ° 357/2005 for Class 2 waters the Resolution of the National Environmental Council - CONAMA , with little change between the parameters analyzed.

KEY WORDS: Water, Analysis, Stream Grilo, Sergipe.

1- INTRODUÇÃO

O Estado de Sergipe é banhado por 8 bacias hidrográficas, entre elas a do Rio Piauí que é considerada estadual já que a sua nascente encontra-se em maior parte dentro do Estado. Segundo Araújo (1969) ocorre na Serra dos Palmares no Estado da Bahia e nos municípios sergipanos de Riachão do Dantas e Simão Dias. O Rio possui uma área geográfica de aproximadamente 4.000 km², com extensão de 166.93 km, ou seja, equivalente a quase 19% de seu comprimento e atende as necessidades de 15 municípios.

O Rio Piauí corta o estado de Sergipe no sentido oeste-leste, tendo como principais afluentes: Piauitinga, Fundo, Quebradas, Guararema e Arauá, sendo dividido em duas regiões climáticas: região sub úmida e região do agreste. Entre os afluentes, destaca-se o Rio Piauitinga, que corresponde a margem esquerda do Rio Piauí, onde encontra-se o Riacho Grilo. Situado na região sub úmida, em que estão inseridos os municípios de leste do Riachão do Dantas, sul de Boquim, norte de Pedrinhas, Salgado, leste de Arauá, Santa Luzia do Itanhy, Umbaúba e Itabaianinha (CAMPOS, 1967).

O Riacho Grilo está localizado na região centro-sul do estado de Sergipe, ele abastece a sua sede, o município de Salgado, com população de 19.363 habitantes com uma área de 248.453 km² e distância de até 54 Km da capital. Abastecendo também o município de Boquim com população de 26.529 habitantes com área de 214.566 Km² e distância de 82 Km da capital.

Segundo Santos (2009, p.2) o Riacho Grilo “tem grande importância nessa região por ser responsável pelo abastecimento de água de 16.329 habitantes da sede e 3 povoados do município de Boquim”. Após sua água ser tratada pela rede de distribuição das regiões é utilizada para higiene pessoal, uso doméstico, no

consumo pela agropecuária, na irrigação em plantações, na sustentabilidade da vegetação nativa e na indústria. Em geral todos os rios possuem características culturais da sociedade em que estão inseridos.

2- OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do Riacho Grilo, comparar os resultados com a análise feita no ano de 2009 pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) para a configuração do Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos PROÁGUA Nacional que foi realizada com base na portaria nº 357/2005 para Classe 2 de águas da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA; ressaltar o que ocasionou as diferenças entre os resultados e apresentar possíveis soluções para que isso não venha a agravar mudanças no solo e na vegetação ao redor do riacho, interferindo na sua utilização.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

Constou de pesquisa documental na Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado de Sergipe localizada no município de Aracaju, que possibilitou a obtenção de dados construídos por aquela instituição referente ao ano de 2009.

A pesquisa experimental foi utilizada na realização de testes através da coleta de uma amostra de água do Riacho Grilo no povoado Grilo, município de Salgado/SE, no dia 22 de maio de 2015. É importante destacar que a situação climática se encontrava em estado chuvoso. Durante a mesma, foram utilizadas duas luvas para proteção contra agentes bacteriológicos e esta foi feita contra a correnteza na superfície do corpo hídrico. Todas as recomendações exigidas pelo laboratório foram obedecidas. Os padrões foram fracionados e identificados conforme o regulamento utilizado pelo Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP).

Na análise microbiológica sobre os coliformes totais e termotolerantes, utilizaram-se alíquotas de $25 \pm 0,2$ L diluídas em solução salina peptonada 0,1% até a obtenção de solução 10^{-1} e a 10 teste presuntivo foi realizado em série de 5 tubos contendo caldo láuril, sulfato triptose, encubados em estufa à $35-37^{\circ}\text{C}$, por 24-48hs. O caldo presente nos tubos positivos foi semeado, em caldo verde brilhante bile 2%(VBBL) e incubados a 35°C , durante 24-48h, para confirmação dos coliformes totais, e semeado em tubos contendo caldo *E.coli* (EC), incubados a $45,5^{\circ}\text{C}$ por 24-48 horas, para confirmação de coliformes termotolerantes. (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992, p.1518).

Os parâmetros analisados foram os que constavam nos dados referentes ao ano de 2009: temperatura da amostra (campo), turbidez, pH (campo), cloretos, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos, amônia, nitrogênio –nitrito e fósforo total. O único acrescentado foi o cobre total.

Além da coleta dos dados, foi realizada uma visita à região com o intuito de observar os impactos ambientais, fenômenos naturais, onde não se constatou presença de lixos em lugares indevidos (na área de análise) e uma grande presença da mata ciliar.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises bacteriológicas e físico-química do ano de 2015, seguem abaixo a tabela:

Amostra	Análise de água doce - Rio Grilo			Código	0447/15-01	Coleta em	22/05/15 09:58
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método		Data do Ensaio	
Temperatura da Amostra (campo)	26,0	°C	--	MEN-LEA-67		22/05/15	
Turbidez	129	uT	0,5	MEN-LEA-13		22/05/15	
pH (campo)	6,73	--	--	MEN-LEA 009		22/05/15	
Cloreto	36,3	mg/L	3,0	SM 4500 B		22/05/15	
Sólidos Totais	<5,0	g/mL	5,0	MEN-LEA-015		26/05/15	
Sólidos Totais Dissolvidos	95,59	mg/L	5,0	2540 B/C		22/05/15	
Amônia	1,09	mg NH ₃ -N/L	0,2	SM 4500 NH ₃ B/C		22/05/15	
Nitrogênio-Nitrito	0,03	mgNO ₂ -N/L	0,01	MEN-LEA-26		22/05/15	
Fósforo total	0,262	mg/L P	0,009	MEN-LEA-47		25/05/15	
Coliformes Totais	2,2X10 ²	NMP/100mL	--	ME-LPA-01		22/05/15	
Coliformes Termotolerantes	1,7X10 ²	NMP/100mL	--	ME-LPA-01		22/05/15	
Cobre total	0,027	mg/L	0,004	MEN-LEA-06		22/05/15	

Os dados coletados através de pesquisa documental referente ao Riacho Grilo seguem abaixo. Estes permitem a comparação, análise e apresentação de possíveis explicações ou/e soluções.

Manancial	Riacho Brejo	Rio Paripe + Poços	Rio Itamirim	Riacho Grilo	Riacho Areias
	ETA Cristinápolis	ETA Indiaroba	ETA Itabaianinha	ETA Boquim	ETA Pedrinhas
Local de Coleta					
Data coleta	08/06/2009	8.6.2009	08/06/2009	29/05/2009	11/05/2009
Hora	13:20	10:00	14:45	15:10	10:00
Temperatura (°C) da amostra	25	25	25	25	25
Turbidez (UNT)	21,4	44,6	28,3	168	34,2
pH	6,84	7,31	6,95	6,72	6,77
Cloreto (mg/L)	29,58	21,94	26,05	24,64	46,62
Sólidos totais (mg/L)	114	186	140	266	202
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	77,01	72,42	54,57	55,59	113,22
Amônia (mg/L)	1,69	2,43	0,99	1,1	1,16
Nitrato (mg/L)	0,36	.08	1,10	0,82	0,32
Nitrito (mg/L)	0	0	0	0,02	0
Fósforo Total (mg/L)	0,03	0,06	0,03	0	0
Coliformes totais A86	1000	2000	1500	4500	800
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	100	100	200	600	100

Fonte: Dados DESO (2009) e elaboração consórcio Projeteq-Techne (2010).

Dentre as informações coletadas, foram observadas uma irrisória diferença entre os parâmetros (temperatura, pH, amônia, nitrogênio/nitrito e turbidez) das tabelas de 2015 e 2009 devido à forte chuva nos dias anteriores e durante a coleta da amostra, além da margem de erro da análise.

O fósforo encontra-se nulo na segunda tabela, enquanto na primeira possui concentração de 0,262 mg/L. Isso se dá em virtude da presença de fertilizantes,

pesticidas, produtos químicos em geral ou pela presença da água drenada na área agrícola que pode provocar excesso de fósforo nos recursos hídricos. Para estar nulo ou houve diminuição destes fatores ou foi resultante das chuvas que causaram diluição, mascarando este dado.

Houve um aumento do Cloreto na tabela de 2015 em relação a de 2009. Isso pode ter ocorrido devido a intrusão da cunha salina e também por algum derramamento de esgoto sanitário em seu afluente (Rio Piauitinga) podendo ter seguido o percurso para seu subafluente (Riacho Grilo). Este parâmetro é usado como apontador para a contaminação por esgoto sanitário, entretanto o teste de coliformes fecais é mais específico para isto. Ele também é importante para o ecossistema já que ocasiona alterações na pressão osmótica das células.

É importante ressaltar que os valores para sólidos totais na primeira tabela se encontram na unidade g/mL e na segunda em mg/L. Ocorreu uma elevação dos sólidos em gerais na primeira tabela, em relação a segunda, podendo levar a uma retenção de bactérias, como consequência observou-se uma diminuição dos Coliformes em 2015.

Na análise realizada neste ano, em virtude da alta utilização em indústrias do metal cobre, foi acrescentado o teste para este metal pesado, que em baixas doses é essencial para o ecossistema. O valor encontrado na amostra foi uma concentração elevada, 0,027 mg/L, a ingestão desse metal pode provocar danos à saúde e principalmente em crianças, pode-se observar sintomas como icterícia, diarreia, vômito, anemia hemolítica aguda, problemas renais e hepáticos.

Os resultados desse trabalho estão de acordo com a portaria da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 de águas, com poucas alterações entre os parâmetros. Esse resultado confirmou a importância de atender a essa portaria.

CONCLUSÃO

Além de outras utilizações, as águas do Riacho Grilo abastecem dois municípios de Sergipe, Salgado e Boquim. O mesmo segue bem conservado em

todos os seus aspectos: mata ciliar conservada, fluxo contínuo e pouco contato com os animais daquela região. Portanto, conclui-se que a sua drenagem para o abastecimento durante o período analisado de 2009 a 2015 não aponta que tenha causado impactos ambientais para o Riacho.

A finalidade dos estudos, permitiram apresentar um debate a respeito da situação atual da via subafluente, além de criar uma reflexão sobre a sustentabilidade que garantiriam um controle do ambiente em pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. T. **Geografia de Sergipe**. Aracaju: Livraria Regina, 1969.

CAMPOS, J. L. **Geografia de Sergipe**. Aracaju: Livraria Regina, 1967.

ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>>. Acesso em: 04 abr 2015.

MENDONÇA, J. U. et al. **Sergipe Panorâmico**. 2. ed. Aracaju: UNIT, 2009.

RESOLUÇÃO Nº 357, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 28 mar 2015.

SANTANA, R. F. et. al. **Qualidade microbiologia de queijo-calho comercializado em Aracaju, SE**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v. 60, n. 6, p. 1517-1522, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n6/31.pdf>>. Acesso em: 28 mar 2015.

SANTOS, T. I. S. **Estado de conservação e aspectos da vegetação de nascentes do Riacho Grilo-SE**. UFS, São Cristóvão, p. 1-31. Disponível em: <http://bdtd.ufs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=345>. Acesso em: 18 maio 2015.

SILVA, E. S.; JESUS, R. S. **Caracterização Geoambientais do Rio Machado na área do bairro Matinha em Lagarto/SE**. Rev. Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira. Ano VI, p. 113-127. Disponível em:

<http://fjav.com.br/revista/Downloads/EdicaoEspecialdaPosLatoSensuemTerritorioDesenvolvimentoMeioAmbiente2013/Artigo113_127.pdf>. Acesso em: 04 abr 2015.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium for the microbiological examination of foods**. 3. ed. Washington, DC: American Public Health Associon, 1992.

ANÁLISE DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES DE UMA COMUNIDADE NO ENTORNO DO CANAL DAS TACHAS, ZONA OESTE DO RIO DE JANEIRO.

Barbara Cristina de Albuquerque Melo

Monique Graziele Oliveira Papa

Regiane Farias de Souza

Andressa Corrêa Pontes

RESUMO

Estudos sobre percepção ambiental visam investigar as relações que uma sociedade tem com o seu ambiente vivencial, buscando entender fatores, mecanismos e processos que levam as pessoas a terem opiniões e atitudes sobre as mudanças neste ambiente. O presente trabalho teve como objetivo determinar a percepção ambiental dos moradores dos arredores do Canal das Tachas, localizado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro – RJ. O estudo foi realizado através de formulários com seis questões fechadas. Foram entrevistadas 50 pessoas, escolhidas aleatoriamente, no mês de abril 2015. Os resultados apresentados permitem concluir que, de modo geral, a população do entorno do Canal das Tachas está ciente dos problemas ambientais, principalmente quanto ao esgoto não tratado que é despejado no local.

Palavra-chave: Moradores; Canal das Tachas; Percepção Ambiental.

INTRODUÇÃO

O crescimento da malha urbana, o desmatamento e a expansão das atividades agrícolas em suas encostas imprimem hoje, na paisagem, grandes modificações no arranjo espacial de seus elementos; e definem, assim, sua nova paisagem. Em áreas de expansão urbana, ou seja, onde o crescimento dos núcleos de ocupação está ainda se processando, surgem traços de um conflito rural-urbano.

Dados do Instituto Municipal de Planejamento dão, para os bairros localizados nas

proximidades de áreas de proteção ambiental, elevadas taxas de crescimento populacional ao longo das décadas de 1990 e 2000. Este se deu pelo crescimento da chamada cidade informal, com a proliferação de favelas e loteamentos irregulares, avançando pela mata atlântica. Como uma resultante deste processo, cresceram exponencialmente problemas ligados ao saneamento básico. A presença de uma Unidade de Conservação não é suficiente para impedir o avanço – seja por favelas ou residências de luxo – sobre as encostas da mata atlântica (MONTEZUMA & OLIVEIRA, 2010).

Em meio à busca por políticas sustentáveis e eficientes, no sentido de conservar os recursos naturais e proporcionar melhorias ao meio ambiente, o acúmulo de matéria orgânica nos corpos d'água surge como enorme desafio. O descarte de dejetos e efluentes de sistemas de esgoto com tratamento deficitário em rios e lagos, aliado à contribuição de águas pluviais com carga orgânica oriunda de áreas urbanizadas aumentam a importância de estudos que avaliam o potencial de incremento de emissão de gases de efeito estufa (GEE) associado a estes processos (BRAZ *et al.*, 2012).

São consideravelmente numerosos os casos de invasão de áreas que se localizam nas proximidades do canal, tanto por favelas quanto por condomínios de classe média e alta. Enquanto as primeiras caracterizam-se por um adensamento espacial e uma alta densidade de população, os segundos espraiam-se pelas encostas em vastas áreas. O resultado deste desencontro de políticas públicas de planejamento do crescimento é urbanização, seja acima ou abaixo da cota de 100 m (MONTEZUMA & OLIVEIRA, 2010).

A grande maioria dos problemas e soluções para a questão do desenvolvimento sustentável está diretamente ligada ou se origina de atividades realizadas localmente (EGLER, 1999). A transição para o desenvolvimento sustentável requer uma nova forma de pensar, baseada, não mais no tradicional enfoque verticalizado, de cima para baixo, mas em um mecanismo de aprendizado coletivo, fruto do diálogo entre os atores sociais (PRESAS, 2001). O trabalho tem por objetivo analisar a consciência ambiental de moradores do entorno do Canal das Taxas localizado na Baixada de Jacarepaguá dando ênfase a questões interligadas a recursos hídricos.

OBJETIVO

Determinar a percepção ambiental a respeito da poluição hídrica do Canal das Tachas de moradores da comunidade Terreirão, localizado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro – RJ.

METODOLOGIA

A metodologia constituiu-se de um formulário contendo seis perguntas fechadas que foi aplicado através de entrevista direta, onde a mesma foi realizada pelo próprio investigador, ao decorrer ao que se fazem as observações ou recebe as respostas. A pesquisa de campo para obtenção de dados realizou-se entre os dias 23,24 e 25 do mês abril de 2015. Foram entrevistados 50 moradores, na faixa etária de 18 a 63 anos. O método de amostragem pode ser caracterizado por não probabilística, já que, não há chance de selecionar os elementos amostrais. Devido a isso será utilizado a amostragem por conveniência. Para o registro fotográfico do entorno da região foi utilizado uma câmera digital da marca Sony modelo shot DSC W610.10.1MP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se questionar se a coleta de lixo era realizada regularmente, 88% dos entrevistados responderam que sim e 12% que não. Segundo Cynamon & Monteiro (1985) o lixo constitui-se como um problema social, econômico, sanitário e ambiental, partindo deste contexto, o problema ocasionado pelos resíduos domésticos vem se agravando em áreas carentes, ocasionando dificuldades para as companhias de limpeza urbana em recolher o lixo.

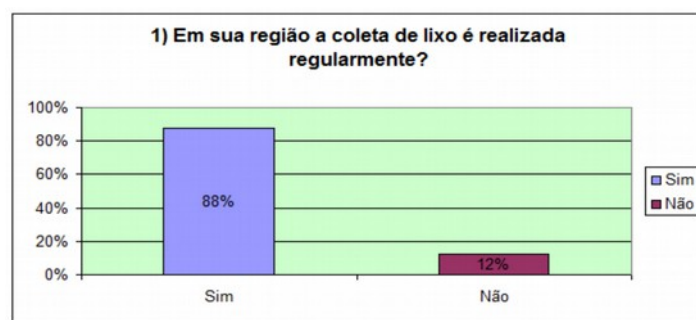


Figura 1: Coleta de lixo.

Quando questionados se há tratamento de esgoto naquela região 32% afirmam que sim, 52% que não, enquanto 16% dizem não saber. Ao decorrer do trabalho foi observada grande quantidade de efluentes no entorno do Canal das Tachas, principalmente redes de esgoto clandestinas. Dias & Rosso (2011) mencionam que a interconexão entre os sistemas de esgotos é uma das principais fontes de poluição dos corpos hídricos nas cidades brasileiras, tal fato se torna mais agravante com o incremento, ao decorrer das chuvas de uma significativa quantidade de contribuições indevidas às redes de esgoto sanitário, comprometendo assim sua capacidade hidráulica original, através da incorporação de resíduos que geralmente são encontrados em águas pluviais como areia, galhos, lixo e folhas, acarretando diversos problemas operacionais em todas as etapas dos sistemas de coleta, observa-se que as condições ambientais se tornaram críticas, sendo a poluição um fator limitante ao desenvolvimento potencialidades.

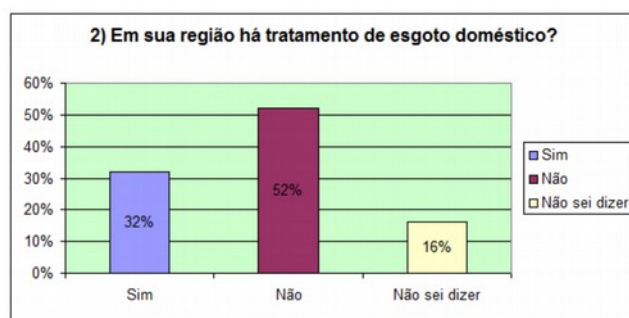


Figura 2: Tratamento de esgoto doméstico.

Na maior parte dos países, inclusive no Brasil os serviços de esgotamento sanitário são de responsabilidade do Estado por meio de ações diretas ou através de concessão, devendo desenvolver a infraestrutura necessária para a prestação do serviço de esgotamento sanitário para a população (GALVÃO-JÚNIOR *et al.*, 2009). Durante a entrevista quando os moradores foram indagados se conheciam qual era o destino de seu esgoto doméstico, 22% mencionam que o destino do esgoto era uma estação de tratamento, 16% que era jogado à céu aberto, 42% lançado em rios e mares e 20% relatam não saber. Ao decorrer da pesquisa de campo, foi observada uma quantidade considerável de esgoto sendo lançado nas proximidades do canal (Ilustração 1)

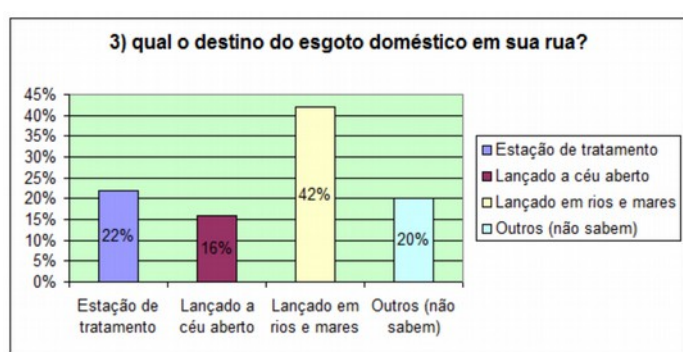


Figura 3: Destino do esgoto doméstico.

Ilustração 1: Esgoto sendo lançado na região pesquisada.



Fonte: Próprio autor.

Se tratando de projetos implantados para a limpeza do Canal das Tachas o resultado da entrevista se mostrou de forma balanceada, onde 50% informam já ter observado tais programas de limpeza e 50% informam não saber de tais programas. Observações de Montezuma & Oliveira (2010) ressaltam que uma das espécies animais que acaba sendo prejudicada devido a essa poluição nos corpos hídricos é jacaré-de-papo-amarelo, que é encontrado nos arredores do canal, e é hoje raríssimo devido à condições atuais de poluição das lagoas nos arredores do canal.

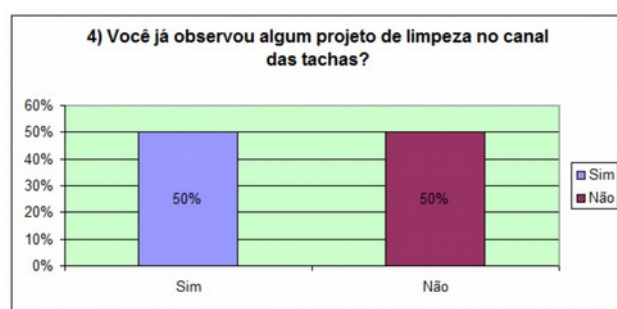


Figura 4: Projeto de limpeza no canal.

Todos os entrevistados consideram que é importante o desenvolver de

programas de limpeza do canal naquela área. Na região através de observações diretas, se observou uma grande quantidade de *Eichhornia crassipes* (Ilustração 2) popularmente conhecida como gigoga. De acordo com Oliveira *et al.* (2000) devido a sua capacidade de absorver e incorporar em seus tecidos íons e metais pesados, a *Eichhornia crassipes* é um grande indicador de poluição, esta planta se desenvolve principalmente em esgotos e também ambientes com alto teor de nutrientes orgânicos. De acordo com Dias & Rosso (2011) a poluição ocasionada pelas redes de esgoto, muitas das vezes se torna um fator de negligência do poder público e das concessionárias, de acordo com o autor é necessário a promoção da transparência e responsabilidade, já que os cidadãos possuem o direito de ver através de indicadores de desempenho dos sistemas de saneamento, além de informações sobre os êxitos ou fracassos das políticas, programas e projetos adotados.

Ilustração2: *Eichhornia crassipes* encontrada na região em uma grande quantidade, esta planta é uma indicadora de poluição.

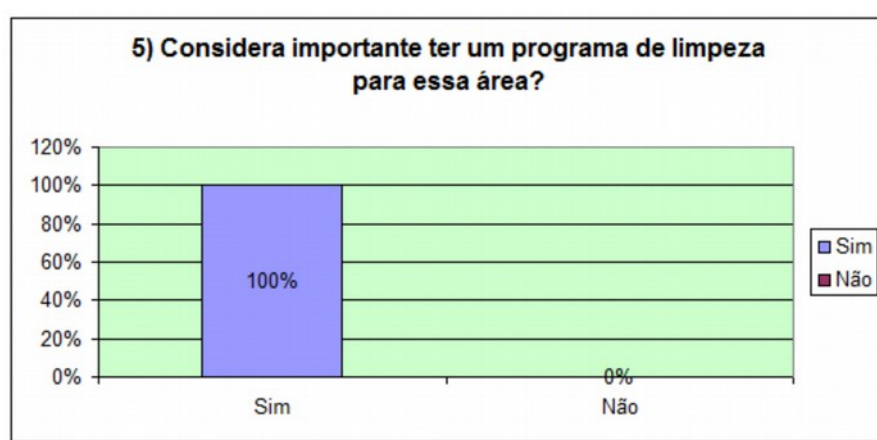


Figura 5: Importância dos programas de limpeza.



Fonte: Próprio autor.

Em relação aos principais agentes causadores da poluição do Canal das Tachas, 34% alegam que eram eles próprios, os moradores os responsáveis pela poluição, 38% a CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos) e 28% declaram ser a Prefeitura a responsável pelo aumento da poluição do canal. Segundo Silva (2008) a preservação e a conservação do meio ambiente é um dever não só do Estado, mas de todos os cidadãos.

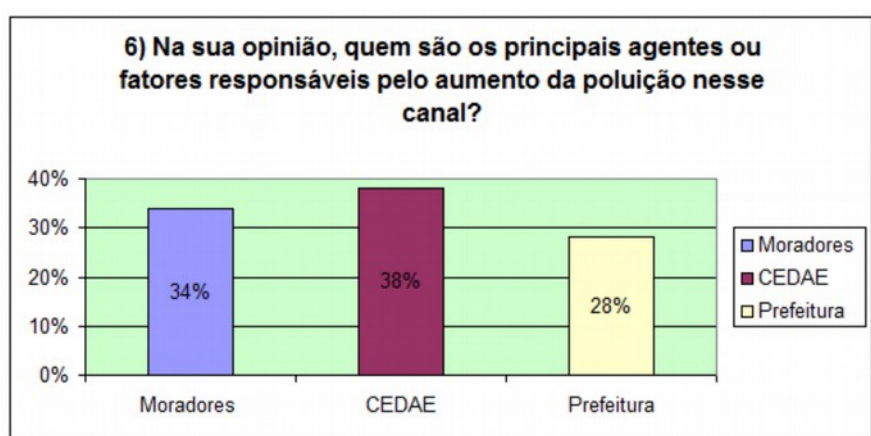


Figura 6: Principais agentes ou fatores responsáveis pelo aumento da poluição.

CONCLUSÕES

Com base nos formulários que foram passados aos moradores do entorno do canal das tachas, conclui-se que, de modo geral, a população está ciente dos problemas ambientais gerado pela poluição hídrica no local, e sentem-se incomodados com esta situação. Grande parte dos entrevistados responsabiliza a CEDAE por essa poluição, pois afirmam que a mesma não cumpre com seu papel, ressaltando-se que essa poluição afeta tanto os moradores, quanto os animais que vivem naquela área. Apesar da maior parte dos moradores afirmarem que a coleta de lixo é realizada regularmente, isso vai a desencontre com as condições de poluição do canal, o que pode se sugerir que a principal causa pode estar relacionada a falta de conscientização da população, que mesmo tendo um serviço de coleta de lixo e até mesmo um serviço de tratamento de esgoto, como muitos afirmam, ainda assim muitos realizam o lançamento de lixo e instalam sistemas clandestinos de esgoto doméstico.

O desenvolvimento desse trabalho nos possibilitou analisar o conhecimento da percepção dessa população sobre as questões ambientais relacionadas à poluição do Canal das Tachas, podendo contribuir para um planejamento por parte tanto de autoridades, quanto de moradores, para que se possam minimizar os impactos causados.

REFERÊNCIAS

BRAZ, L.; FERREIRA, W. J. ; SILVA, M. G.; ALVALÁ, P. C.; MARANI, L.; BATISTA, G. T.; HAMZA, V. M. **Influência de características físico-químicas da água no transporte de metano para a atmosfera na Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ.** Revista Ambiente & Água, vol. 7, p. 99-112, 2012.

CYNAMON, S. E. & MONTEIRO, T. C. N. **Solução para remoção de lixo nas favelas: um projeto de estudo.** Cad. Saúde Pública, vol.1, n.1, p. 35-40, 1985.

DIAS, A. P.; ROSSO, T. C. A. **Análise dos elementos atípicos do sistema de esgoto separador absoluto na cidade do Rio de Janeiro.** Engevista, vol. 13, n. 3. p. 177-192, 2011.

EGLER, I. **Perspectivas brasileiras de desenvolvimento sustentável.** Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Poder Loca. UNICAP/AUSJAL, vol. 1. p.43-47, 1999.

GALVAO-JUNIOR, A. C.; NISHIO, S. R.; BOUVIER, B. B. & TUROLLA, F. A.. **Marcos regulatórios estaduais em saneamento básico no Brasil.** Rev. Adm. Pública, vol.43, n.1, pp. 207-227, 2009.

MONTEZUMA, R. C. M.; OLIVEIRA, R. R. **Os ecossistemas da Baixada de Jacarepaguá e o PEU das Vargens.** Arquitextos, vol. 116, p. 116.3, 2010.

OLIVEIRA, R. A.; DENICULI, W.; ITABORAHYC. R. & CECON, P. R.. **Redução da demanda bioquímica de oxigênio de águas residuárias da suinocultura com emprego da macrófita aquática.** Rev. bras. eng. agríc. Ambient., vol.4, n.1, p. 81-86, 2000

PRESAS, T. **Interdependence and Partnership: Building Blocks to Sustainable Development.** Corporate Environmental Strategy, vol. 8, n. 3, 2001.

SILVA, A. S. **Educação ambiental: aspectos teóricos, conceituais, legais e metodológicos.** Revista Educação em Destaque, vol. 1, n. 2, p. 45-61, 2008.

DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR COMO SOLUÇÃO PARA A SEGURANÇA HÍDRICA: ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO E DESTINAÇÃO FINAL DO EFLUENTE LÍQUIDO GERADO

Rafaela Gomes Correa

Marcio Henrique Krause de Almeida

RESUMO

O presente artigo estuda o processo de dessalinização da água salobra ou salgada proveniente do mar para a produção de água doce destinada ao consumo humano e às atividades produtivas, além da destinação final adequada do rejeito gerado. Aborda, também, os esforços e investimentos que o Governo Federal vem realizando em relação à dessalinização no país através do Programa Água Doce.

PALAVRAS-CHAVE

Água do mar. Crise hídrica. Dessalinização. Escassez. Osmose reversa.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da atualidade é a garantia da disponibilidade de água doce. Apesar de 70 % da superfície do planeta Terra ser coberta de água, apenas 2,5 % deste volume consiste em água doce e própria para o consumo, sendo o restante (97,5 %) constituído de água salgada dos mares e oceanos. Menos de um terço da água doce encontra-se disponível para o consumo humano, na forma de lagos, rios, lençóis freáticos e vapor d'água na atmosfera.

Conforme é possível observar na Figura 1, do total de água doce existente na Terra, aproximadamente 69,8 % deste volume está concentrado nas calotas polares e nas geleiras, inviabilizando a sua utilização, 30,8 % é encontrado na forma de águas subterrâneas, e apenas 0,3% está disponível na forma de lagos e rios. O restante está distribuído em outros reservatórios e na umidade do ar.

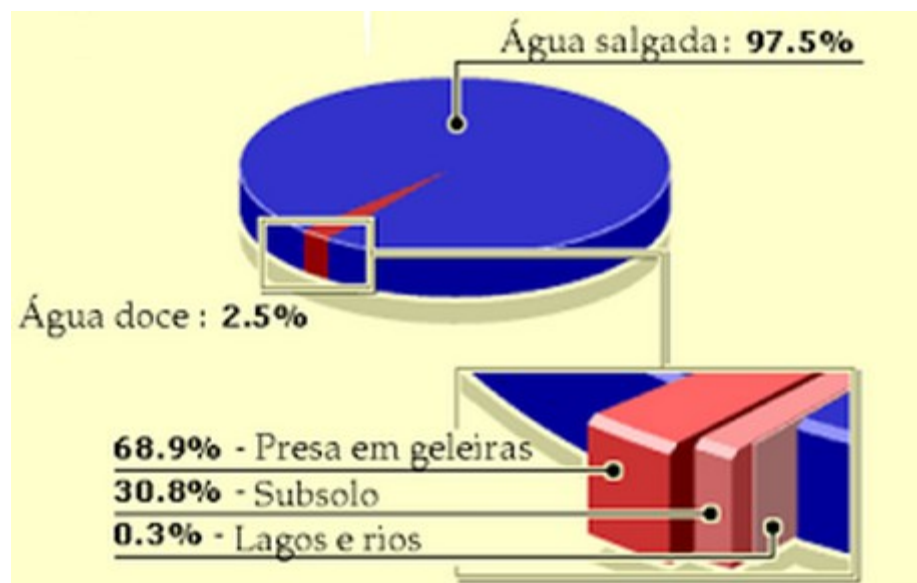


Figura 1 – Disponibilidade da água no mundo

(Fonte: UNEP, citado em <http://geo-grafianarede.blogspot.com.br/2010/10/agua-no-planeta.html>)

A Figura 2 permite observar que a distribuição de água doce na Terra é irregular, com a existência de países em que estas reservas de água são escassas, enquanto em outros, a água é encontrada em abundância.

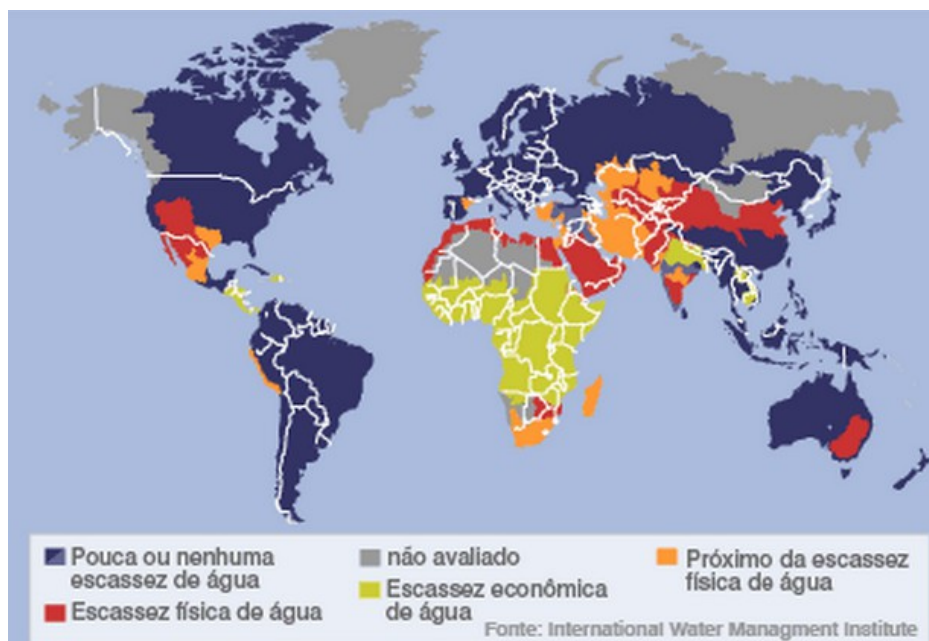


Figura 2 – Distribuição espacial da água no mundo

(Fonte: http://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2006/08/060821_faltaaguarelatoriofn.shtml)

Apesar da Figura 2 demonstrar que o Brasil é um país privilegiado quanto às suas reservas hídricas, a distribuição deste recurso é muito irregular em seu território. O relatório Geo Brasil: Recursos Hídricos (2007) informa que o país possui 12% da disponibilidade mundial de água doce. No entanto, a maior parte das reservas brasileiras de água doce está localizada em regiões onde há uma pequena parcela da população. A Bacia Amazônica concentra, aproximadamente, 74 % da disponibilidade nacional de água doce e constitui-se em uma região habitada por menos de 5 % da população brasileira. Portanto, somente 26 % dos recursos de água doce estão reunidos em 95 % da população do país.

Segundo publicação do Guia Exame de Sustentabilidade (2012), estima-se que aproximadamente 40% da população global viva atualmente sob a situação de estresse hídrico. Essas pessoas habitam regiões onde a oferta anual é inferior a 1.700 metros cúbicos de água por habitante, limite mínimo considerado seguro pela Organização das Nações Unidas (ONU). De acordo com a publicação, estimativas do Instituto Internacional de Pesquisa de Política Alimentar, com sede em Washington, apontam que até 2050 um total de 4,8 bilhões de pessoas estará em

situação de estresse hídrico, condição que acarretará prejuízos não somente para o consumo humano, como também para as produções agrícola e industrial, comprometendo o crescimento econômico dos países.

Neste cenário, todos os setores produtivos da economia de um país seriam impactados negativamente, com destaque para a agricultura (que consome 70 % da água disponível) e a indústria (para a qual são destinados 20 % da água disponível). A Figura 3 ilustra esta distribuição do uso da água, sendo possível verificar, ainda, que a parcela de água disponível destinada ao consumo doméstico corresponde a 7 % e o restante (3 %) representa as perdas do sistema.

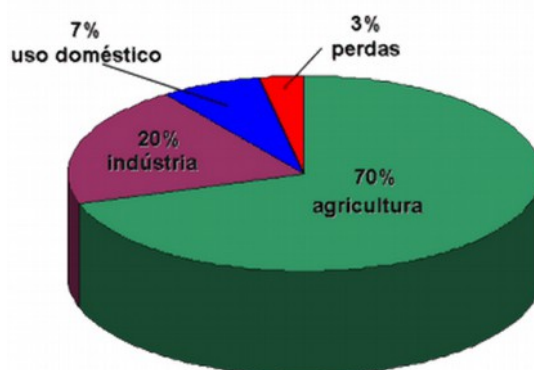


Figura 3 – Distribuição do uso da água

(Fonte: http://www.sanasa.com.br/conteudo/conteudo2.aspx?f=G&par_nrod=525&flag=PC-2)

A utilização irresponsável dos recursos hídricos aliada à poluição dos lagos e rios são fatores que contribuem para tornar a água doce um bem cada vez mais precioso. A escassez de água doce é um problema que afeta diversos setores da sociedade, comprometendo a sustentabilidade do planeta. Com o objetivo de reverter este cenário e diminuir a salinidade das águas de forma a torná-las apropriadas ao consumo humano, muitos países do Oriente Médio e do norte da África, nos quais há escassez de água, desenvolveram tecnologias de dessalinização da água salobra ou salgada proveniente do mar. A dessalinização faz parte das estratégias nacionais dos países do Oriente Médio e do norte da África,

regiões que respondem por metade da capacidade mundial de dessalinização e abrigam algumas das maiores usinas de dessalinização do mundo.

A tecnologia de dessalinização de água ainda é pouco empregada no Brasil. No entanto, a ocorrência de episódios de seca em diversas regiões do país e, a consequente escassez de água, tem impulsionado o poder público, muitas vezes em parceria com a iniciativa privada, a buscar alternativas para garantir a oferta de água doce no país, como a tecnologia de dessalinização da água proveniente do mar. A necessidade de estabelecer uma condição de segurança no fornecimento do recurso hídrico está associada à elevada demanda de água doce no país, não apenas para o abastecimento da população, como também, para a utilização industrial e para a geração de energia elétrica no país através das usinas hidrelétricas, as quais, segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica, são responsáveis por 62 % da geração de eletricidade no país.

Em uma situação de escassez de água doce, os custos de captação e tratamento de água se tornam mais elevados, o que favorece o processo de dessalinização como uma solução competitiva do ponto de vista econômico. O processo tem se tornado economicamente viável com a introdução de novos materiais e melhorias tecnológicas nas membranas utilizadas na dessalinização por osmose reversa, que ocasionam a redução dos custos operacionais e o aumento da eficiência operacional.

2. OBJETIVO

Estudar o processo de dessalinização da água salobra ou salgada proveniente do mar (com ênfase no processo de osmose reversa), que envolve a geração de água doce visando o abastecimento para o consumo humano e para as atividades produtivas, além a destinação final o subproduto erado (efluente líquido com elevada concentração de sais) e abordar a tecnologia de dessalinização no Brasil através da implantação do Programa Água Doce (PAD).

3. METODOLOGIA

O trabalho baseou-se em uma pesquisa bibliográfica na literatura acadêmica e pesquisa documental sobre o tema da dessalinização da água do mar e as tecnologias existentes, consistindo na leitura de artigos científicos, dissertações de mestrado e doutorado, consulta à base de dados SCIELO e a informações em sites na internet.

4. REVISÃO TEÓRICA

A dessalinização consiste em um processo de redução ou remoção da concentração de sais e sólidos dissolvidos da água salobra ou salgada para a obtenção de água doce.

As principais técnicas de dessalinização consistem em processos térmicos (destilação e congelamento) e processos com membranas (osmose reversa e eletrodiálise). A definição da técnica de dessalinização a ser utilizada é função das características químicas e temperatura da água salgada, da superfície de transferência, dos custos de implantação e manutenção da tecnologia e dos possíveis impactos ambientais gerados.

Soares et al (2006) relata que, dentre os sistemas de dessalinização, a osmose reversa se destaca, em número de instalações e capacidade instalada, tanto no mundo quanto no Brasil. Segundo Amorim et al (2000), a técnica de osmose reversa vem sendo usada progressivamente no Nordeste do Brasil na produção de água potável a partir de águas salgadas devido à simplicidade do equipamento, aos baixos custos de instalação e operação (incluindo o consumo de energia elétrica e mão de obra), à elevada taxa de recuperação e à comprovada eficiência quanto à relação custo-quantidade de água potável produzida.

O processo de dessalinização da água do mar por osmose reversa consiste na separação de água e sais dissolvidos através de membranas semipermeáveis sob a aplicação de pressão superior à pressão osmótica à solução salina ou mais concentrada. A água passa pela membrana no sentido da solução mais diluída, produzindo água doce, e os sais são retidos na região mais concentrada, conforme

demonstrado na Figura 4.

De acordo com Souza (2006), a bomba de alta pressão fornece a pressão necessária para permitir à água passar pela membrana e ter os sais rejeitados, variando de 1,7 a 2,7 N/m² para a água salobra e de 5,4 a 8,0 N/m² para a água salgada.

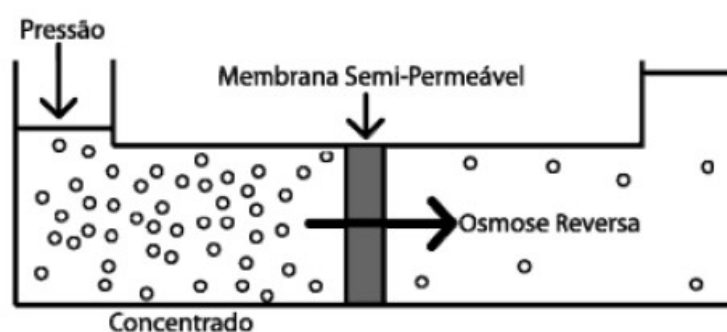


Figura 4 – Esquema de um processo de osmose reversa
(Fonte: Fernandes, 2013)

Fernandes (2013) cita as seguintes vantagens do processo de osmose reversa: baixo custo de investimento, consumo de energia menor que o exigido pelo processo de destilação, possibilidade de eliminação de bactérias, vírus, fungos e outros agentes causadores de doenças (contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das populações), simplicidade de operação e construção modular.

Por outro lado, o processo de osmose reversa requer uma etapa prévia de pré-tratamento da água salgada com o objetivo de eliminar impurezas e preservar a integridade das membranas, reduzindo os custos de manutenção.

No processo de osmose reversa, a geração de uma corrente de água residuária com concentração salina elevada demanda cuidados ambientais específicos. Este efluente líquido deve ser encaminhado à destinação final ambientalmente adequada, pois a sua deposição no solo sem critérios apropriados pode ocasionar impactos ambientais e sociais negativos, como a contaminação de mananciais e do solo.

4.1. Destinação do efluente líquido gerado no processo de dessalinização

Porto et al (2001) relata que, em geral, nos países desenvolvidos, o rejeito é transportado para os oceanos ou injetados em poços de grande profundidade e que outras alternativas estão sendo estudadas, como: bacias de evaporação, redução de volume do rejeito por plantas aquáticas, bacias de percolação e irrigação de plantas halófitas.

Soares et al (2006) cita a utilização da evaporação solar para a cristalização dos sais dissolvidos como alternativa ao rejeito gerado pelo processo de dessalinização por osmose reversa. O sal gerado demanda pesquisas quanto a sua possível utilização para fins industriais ou de consumo humano e animal.

O referido autor aponta, ainda, a existência de pesquisas quanto à utilização agrícola do rejeito do processo de dessalinização, através da irrigação de plantas tolerantes a elevadas concentrações de sal.

5. RESULTADOS ESPERADOS

No Brasil, o Programa Água Doce (PAD), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), investe em sistemas de dessalinização para oferecer água com qualidade a populações de baixa renda em comunidades do semiárido. O Programa Água Doce atende todo o Nordeste e o norte de Minas Gerais, onde a disponibilidade hídrica é baixa e a salinidade das águas subterrâneas é elevada. Iniciado como Programa Água Boa, em 1997, para desenvolver técnicas de dessalinização, atualmente o PAD concentra-se na manutenção e no aproveitamento da estrutura de dessalinizadores instalados na década de 90 (SENADO FEDERAL, 2014).

O objetivo do Programa Água Doce, segundo o Ministério do Meio Ambiente, é estabelecer uma política pública permanente de acesso à água de qualidade para o consumo humano, com a instalação de sistemas de dessalinização nas comunidades mais carentes da região.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o sistema de dessalinização é composto por poço tubular profundo, bomba do poço, reservatório de água bruta, abrigo de alvenaria, chafariz, dessalinizador, reservatório de água potável,

reservatório e tanques de contenção de concentrado (efluente), conforme demonstrado na Figura 5. A água salobra ou salgada é captada por meio de poço tubular profundo e armazenada em um reservatório de água bruta. Essa água é encaminhada a um dessalinizador, que utiliza o processo de osmose reversa. A água dessalinizada é armazenada em um reservatório de água potável e segue para distribuição à comunidade. O concentrado é armazenado em um reservatório e, em seguida, é enviado aos tanques de contenção e evaporação. Parte do efluente pode ser utilizado em cochos para dessedentação animal e o concentrado pode ser utilizado no sistema produtivo integrado sustentável. O Programa Água Doce prevê o acesso mínimo de 5 litros de água potável por pessoa/dia nas localidades beneficiadas.



Figura 5 – Sistema de dessalinização

(Fonte: <http://www.mma.gov.br/agua/agua-doce/sistema-de-dessalinizacao>)

O Ministério do Meio Ambiente informa que o Programa Água Doce possui como meta atender um quarto da população rural do Semiárido até 2019, isto é, aproximadamente 2,5 milhões de pessoas, de forma alinhada às diretrizes da Declaração do Milênio e da Agenda 21 e às deliberações da Conferência Nacional do Meio Ambiente. O programa também assumiu o compromisso de recuperar e implantar 1.200 sistemas de dessalinização, com investimentos de R\$ 168 milhões.

A publicação do Senado Federal (2014) relata que a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na Paraíba, tem trabalhado com o Ministério do Meio

Ambiente em sistemas de dessalinização. A técnica utilizada pelo Laboratório de Referência em Dessalinização (Labdes), do Departamento de Engenharia Química da instituição, é a osmose reversa. O processo é responsável, por exemplo, pelo abastecimento de água no Arquipélago de Fernando de Noronha há uma década.

Ainda de acordo com a publicação, o custo para dessalinizar, através do processo de osmose reversa, mil litros de água salobra é de R\$ 1,00 e entre R\$ 1,50 e R\$ 2,00 para dessalinizar o mesmo volume de água do mar, enquanto o processo térmico de dessalinização por destilação tem um custo de 10 a 15 vezes superior ao de técnicas com membranas.

Segundo informado pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE em uma publicação da Associação Comercial do Rio de Janeiro – ACRJ (2015), o custo de dessalinização da água do mar é de U\$ 1,00 o metro cúbico após o tratamento, o equivalente a, aproximadamente, R\$ 3,00. O custo de produção e abastecimento de água pela CEDAE na torneira do consumidor, nos primeiros 15 m³/segundo, é de R\$ 2,60. O esforço, portanto, é tornar o custo de dessalinização mais atrativo, através do aumento da eficiência do processo.

O desafio brasileiro consiste em ampliar a quantidade de unidades de dessalinização no país de modo a expandir a garantia da oferta de água para o abastecimento humano e para as atividades produtivas. A dessalinização da água do mar está associada à questão da segurança hídrica, evitando cenários de desabastecimento de água e restrição de consumo provocados por estiagens ou desequilíbrios entre a oferta e demanda de água.

6. CONCLUSÕES

A escassez de água doce pode acarretar graves implicações no cenário econômico de um país, visto que todos os setores produtivos demandam o abastecimento de água. A solução para a crise hídrica enfrentada pelo país pode estar na utilização da água do mar. O maior obstáculo ao tratamento da água salobra ou salgada proveniente do mar (os custos de operação e manutenção) vem sendo suplantado. As melhorias tecnológicas realizadas por vários países

diminuíram o custo do metro cúbico da água dessalinizada, viabilizando a implementação da tecnologia.

A grande quantidade de unidades instaladas em diversos países tem demonstrado que o processo de dessalinização da água salobra ou salgada proveniente do mar – o qual se encontrava limitado pelos seus elevados custos de implantação e manutenção até pouco tempo – tem se apresentado mais acessível do ponto de vista econômico, enquanto os custos de captação e tratamento de água oriunda de lagos e rios têm se tornado maiores, em virtude da redução da oferta de recursos hídricos e da contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

A tecnologia de dessalinização da água do mar – com destaque para a técnica de osmose reversa – apresenta-se como uma alternativa para combater a escassez de água doce e aumentar a oferta deste recurso no país para o consumo humano e as atividades produtivas.

A água doce oriunda do processo de dessalinização pode ser submetida a processos físico-químicos de filtração, desinfecção e/ou cloração, de modo a atingir os padrões de potabilidade requeridos pela Portaria nº 2.914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde, apresentando-se, atendidos os parâmetros de controle de qualidade, como água potável apropriada ao consumo humano.

A destinação ambientalmente correta do rejeito gerado no processo de dessalinização (água com elevada concentração salina) é um desafio a ser estudado com maior profundidade, dado o seu potencial de contaminação ambiental pela disposição irregular em solos e rios.

Uma alternativa à destinação final do rejeito gerado no processo consiste, após ser submetido a um processo de concentração de sais e evaporação, na sua utilização no cultivo e irrigação de plantas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da agricultura.

7. REFERÊNCIAS

ACRJ – Associação Comercial do Rio de Janeiro. **Dessalinização de água do mar pode combater crise hídrica no Rio de Janeiro**, 2015. Disponível em <<http://www.acrj.org.br/noticias/dessalinizacao-de-agua-do-mar-pode-combater-crise-hidrica-no-rio-de-janeiro-2015-05-08>>. Acesso em: mai 2015.

AMORIM, M. C. C. de; PORTO, E. R.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. **Evaporação solar como alternativa de reuso dos efluentes da dessalinização por osmose inversa**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/i-007.pdf>>. Acesso em: mai 2015.

ANA – Agência Nacional de Águas; MMA – Ministério do Meio Ambiente; PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **GEO Brasil Recursos Hídricos. Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Brasília – DF, 2007. Disponível em <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2007/GEOBrasilRecursosHidricos.pdf>>. Acesso em: jun 2015.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: mai 2015.

BBC Brasil. Disponível em <http://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2006/08/060821_faltaaguarelatoriofn.shtml>. Acesso em: mai 2015.

FERNANDES, V. E. T. **Uso da dessalinização no abastecimento de água para o consumo humano em regiões com climas áridos ou semi-áridos**. 124 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2013. Disponível em

<http://run.unl.pt/bitstream/10362/13284/1/Fernandes_2013.pdf>. Acesso em: mai 2015.

GEO-GRAFIANAREDE. **Atividade para 6 – Ano – A importância da Água no Planeta**. Disponível em: <<http://geo-grafianarede.blogspot.com.br/2010/10/agua-no-planeta.html>>. Citação da fonte UNEP. Acesso em: mai 2015.

GUIA EXAME DE SUSTENTABILIDADE 2012. **Água: a escassez na abundância**. Editora Abril, nov 2012, páginas 40-46.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/agua/agua-doce>>, <<http://www.ministeriodomeioambiente.gov.br/informma/item/9316-%C3%A1gua-doce-em-nova-etapa>> e <<http://www.mma.gov.br/agua/agua-doce/sistema-de-dessanilizacao>>. Acesso em: mai 2015.

SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A. **A água no nosso planeta – Estatísticas I**, 2006. Disponível em <http://www.sanasa.com.br/conteudo/conteudo2.aspx?f=G&par_nrod=525&flag=PC-2/>. Acesso em: jun 2015.

SENADO FEDERAL. **Revista Em Discussão**, ano 5, número 23, 2014. Disponível em <http://www12.senado.gov.br/emdiscussao/edicoes/escassez-de-agua/@@images/arquivo_pdf/>. Acesso em: jun 2015.

SILVA, L. A. R. **Avaliação da Qualidade Ecológica de Sistemas Lóticos da Bacia Hidrográfica do Rio Sabor (Bacia do Douro)**. 84 p. Dissertação (Mestrado). Instituto Politécnico de Bragança. Escola Superior Agrária, 2010. Disponível em <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/4846/1/2010%20MSc%20Liliana%20Ribalonga.pdf>>. Acesso em: mai 2015.

SILVA, G. F.; SANT'ANNA, M. C. S.; LEITE, N. S.; LOPES, D. F. C.; SANTOS, J. A.

B.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M. **Sistema de dessalinização e purificação de água**. Universidade Federal de Sergipe. Disponível em <http://aplicacoes.mds.gov.br/sagirms/simulacao/sum_executivo/pdf/sumario_102.pdf>. Acesso em: mai 2015.

SOARES, T. M.; SILVA, I. J. O.; DUARTE, S. N. **Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10 n.3, 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000300028>. Acesso em: mai 2015.

SOUZA, L. F. **Dessalinização como fonte alternativa de água potável**. Periódico Norte Científico, Roraima, v.1, n.1, 2006. Disponível em <<http://wilikit.ifrr.edu.br/SISTEMAS/revista/index.php/revista/article/view/32/33>>. Acesso em: mai 2015.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de; SILVA JÚNIOR, L. G. A. **Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*)**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.5, n.1, 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662001000100020&script=sci_arttext>. Acesso em: mai 2015.

AS USINAS HIDRELÉTRICAS REVERSÍVEIS, A INSERÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO ATENDIMENTO A SAZONALIDADE HÍDRICA E O NEXO DA ÁGUA E ENERGIA.

Márcia Rose Alves de Macedo Azzolino Ricetta

Alfredo Akira Ohnuma Jr.

Julio Domingos Nunes Fortes

Resumo: Diante da atual crise hídrica em que o país se encontra, comprometendo os diversos usos da água e principalmente, o setor elétrico com usinas hidrelétricas a fio d'água, a pesquisa vem ressaltar a importância dos recursos hídricos e a proposta de compensação da sazonalidade hídrica com fontes limpas de energia e a necessidade de usinas hidrelétricas reversíveis (UHR) como armazenamento de energia/água, a fim de manter a segurança energética aumentando a energia firme, tal fato nos remete a um velho *trade-off* mundial, o uso da água e da energia cada vez mais crescente com a demanda. O tema também se justifica, frente às mudanças climáticas com aumento da temperatura e a necessidade de redução dos gases de efeito estufa (GEE), no que se refere ao uso das usinas térmicas na ponta e base. As UHR podem mitigar ou reduzir o nexo água/energia entre esses dois elementos na bacia hidrográfica, quando viável geologicamente com potencial para tal reversão, sem comprometer ou impactar socioambientalmente a região no entorno do empreendimento, no que tange ao consumo e saneamento, no momento atual e para os próximos anos.

Palavras-Chave: Usinas Hidrelétricas Reversíveis, Energias Intermitentes, Nexo Água e Energia

Objetivo do trabalho:

Analisar a inserção de fontes renováveis na compensação da sazonalidade hídrica, em conjunto com usinas hidrelétricas reversíveis, melhorando o fator de capacidade da região da bacia hidrográfica sem comprometer os múltiplos usos da mesma, e sugerir a gestão de recursos hídricos com a pegada hídrica em locais com população ribeirinha amenizando o impacto de efluentes na bacia do empreendimento.

Metodologia utilizada

A metodologia utilizada consiste na revisão bibliográfica do assunto proposto, ressaltando a importância do nexo água e energia e como as usinas hidrelétricas reversíveis amenizam esse dilema em parceria com as energias renováveis frente às mudanças climáticas.

A revisão bibliográfica destaca primeiro, o papel das mudanças climáticas no dilema de descarbonizar a matriz energética incentivando o uso de energias renováveis sem aumentar o nexo água/energia para essa geração e a futura. Em seguida mostra que essa escolha por fontes intermitentes, como a solar e a eólica, implica em um armazenamento de energia no sistema elétrico para garantir a energia firme, e que o mesmo pode ser fornecido por usinas hidrelétricas reversíveis sem criar o atrito entre água e energia. Por fim, analisa que não só as UHR podem contribuir para o nexo da água/energia pelo lado da oferta, como a gestão de

recursos hídricos no que tange ao saneamento pelo lado da demanda também o pode através do incentivo da pegada hídrica na bacia hidrográfica.

Justificativa:

Estamos passando pela maior crise hídrica do país, comprometendo os diversos usos da água e principalmente, no setor elétrico com usinas hidrelétricas a fio d'água que seguem o fluxo do rio¹, onde o uso da água/energia se reduz sem a barragem, mas de forma limpa, porém a complementação térmica no *grid* necessita de um grande volume de água para suas caldeiras, dependendo do combustível fóssil utilizado, as emissões são inevitáveis. Estas plantas usam o calor (a partir nuclear, carvão, gás natural, petróleo, fontes de energia solar ou de biomassa) para gerar energia. Percebe-se no sistema brasileiro hidrotérmico atual um deslocamento de volume de água/energia de uma fonte para outra, de um caminho sustentável para outro a ser mitigável. Ou seja, a água é usada diretamente para a geração de energia hidrelétrica, bem como para quase todas as formas de esquemas de geração de energia pelas usinas térmicas. A água também permite indiretamente a geração de energia através do arrefecimento que prevê a grande maioria das usinas térmicas hoje e no futuro. Esta tendência está contrabalançando aspirações para a segurança energética e autossuficiência, bem como mitigação das mudanças climáticas. A energia hidrelétrica é sem dúvida a melhor opção em termos de armazenamento de energia e potência rápida necessária para contrabalançar a intermitência de outras energias renováveis. Vale destacar que cerca de 90% da geração de energia global é intensivo de água, WWDR (2014). É fato que as energias renováveis são intermitentes (solar e eólica) e não substituem as térmicas por completo, porém sua redução é possível e projetada para cenários futuros de

¹ Segundo, WWDR (2014), as usinas hidrelétricas a fio d'água ou de fluxo contínuo '*Run-of-the-river*' ou ainda de consumo mínimo são recentes no mundo e não necessitam de reservatórios, ou seja, não acumulam água/energia, não estabelecendo assim um nexos entre esses dois elementos, porém, as usinas a fio d'água não atendem a sazonalidade hídrica no período seco, visto que com as mudanças climáticas deveremos ter regiões com estresse hídrico e consequentemente seca, devido ao aumento da temperatura, o múltiplo uso da água deverá ser seriamente afetado, como consumo e saneamento, além de irrigação e geração de energia. O relatório destaca que essa tecnologia por questões ambientais vem sendo adotada, todavia ela é mais aconselhada a atender ao consumo específico, pois quando interligada ao *grid* como no Brasil, o fator de capacidade ou energia firme diminui, sendo necessária a complementação térmica e de fontes intermitentes como a solar e a eólica sem armazenamento de energia e novamente as questões ambientais, de mudanças climáticas e o nexos água/energia são e serão ressaltados.

energia no Brasil e o Mundo. O estresse hídrico em alguns países nos faz refletir sobre os cenários futuros de energia/água, o Brasil, não se enquadra nesse perfil, porém a crise hídrica vivida no sistema Cantareira em São Paulo nos últimos meses é um alerta para que se encontre um bom senso no uso de ambos. Neste interim, as Usinas Hidrelétricas Reversíveis se apresentam como uma tecnologia mais ajustada para o momento em que o Brasil se encontra, sem esquecer que as bacias hidrográficas nos grandes centros urbanos continuarão vivendo o nexo água/energia, não só para consumo, como para saneamento e ambos necessitam de energia. O nexo da energia/água não deve ser tratado apenas na oferta, mas também na demanda requerendo pesquisas futuras com base na gerência das ISO 14046 e ISO 50001, como em Walsh et al. (2015).

Introdução

O papel das mudanças climáticas no dilema de descarbonizar a matriz energética incentivando o uso de energias renováveis como caminho para a sustentabilidade.

Segundo Yang e Jackson (2011), com as crescentes preocupações sobre o aquecimento global, as sociedades estão cada vez mais se voltando para a utilização de fontes de energia renováveis intermitentes como forma de mitigar os gases de efeito estufa (GEE), onde o armazenamento de energia se torna mais e mais importante, os pesquisadores destacam as usinas hidrelétricas reversíveis (UHRs), como a tecnologia mais apropriada para este propósito em escala global.

O Brasil surge como um novo potencial para a instalação desses empreendimentos e no caso brasileiro pode ser complementada com fontes renováveis como a eólica e a solar no período de sazonalidade hídrica (seco com baixa fluência nos rios) das hidrelétricas, podendo substituir parte da geração termelétrica a diesel na ponta, ELETRONORTE (2014), reduzindo assim parte das emissões nos últimos anos.

Todavia VOITH (2014) ressalta que a diminuição da capacidade de armazenamento de energia pela construção de Usinas Hidrelétricas a fio d'água nos

últimos anos no Brasil e a maior participação das fontes renováveis, como as supracitadas em nossa matriz energética, necessita de compensação para as variações dessas fontes que podem ocorrer com as Usinas Reversíveis que armazenam água/energia nos períodos de baixo consumo e reverte a energia para um alto valor no período de ponta ou no período de baixa potência devido à intermitência dessas fontes.

Deve-se compreender que as Usinas Hidrelétricas Reversíveis não são Usinas Hidrelétricas convencionais que seguem o fluxo do rio com barragens, na verdade, um reservatório à montante (platô mais elevado) e outro à jusante (platô mais baixo) realizam o trabalho de bombeamento (noite) e turbinamento (dia), desta forma os impactos socioambientais como deslocamento de populações ribeirinhas, Soito & Freitas (2009) para implantação de reservatórios não ocorre, bem como a redução de peixes na região, nem tão pouco afeta as cidades na irrigação, consumo da água, saneamento e transporte fluviais, ou seja, os múltiplos usos da água podem ser preservados na bacia hidrográfica quando bem planejados. Mesmo com eficiência de 75-80% no processo de reversão, o volume alagado pode ser variável, facilitando o controle de energia no sistema elétrico quando necessário e consequentemente o volume de água sem configurar um dilema quanto aos seus usos.

As UHRs mitigam desta forma um nexo entre a água e a energia, uma vez que as Usinas Hidrelétricas com reservatórios necessitam de grande volume de água armazenada afetando os múltiplos usos dentro da bacia hidrográfica inserida e grandes impactos ambientais causados, dado que a demanda por energia se elevará e o uso das energias renováveis uma realidade, as Usinas Hidrelétricas Reversíveis ou bombeadas reaparecem como uma solução viável para redução das emissões e reduzem o *trade-off* entre água e energia.

Água e energia são fortemente interligados e altamente interdependentes. As escolhas feitas em um domínio têm consequências diretas e indiretas sobre a outra. A forma de produção de energia projetada determina a quantidade de água necessária para produzir essa energia. Ao mesmo tempo, a disponibilidade e alocação de recursos de água determinar o quanto (ou quão pouco) de água pode ser assegurada para a produção de energia, caso das UHRs. As decisões tomadas

pelo uso e gestão da água e de produção de energia podem ser significativos, multifacetada e impactando um no outro em larga escala - esses impactos muitas vezes carregam uma mistura de ambas as repercussões positivas e negativas, WWDR (2014).

O lado positivo das usinas reversíveis nonexo água/energia

A escolha por fontes intermitentes, como a solar e a eólica, implica em um armazenamento de energia no sistema elétrico para garantir a energia firme, e que o mesmo pode ser fornecido por usinas hidrelétricas reversíveis sem criar o atrito entre água e energia.

De acordo com Zuculin *et al.* (2014), as UHR representam parte significativa do parque gerador em diversos países e vem tendo utilização crescente. A potência instalada atual no mundo é da ordem de 127.000 MW. Usinas Hidrelétricas Reversíveis são inerentes a sistemas elétricos que combinam fontes de energia renováveis como a eólica e a solar, pois podem compensar intermitências, nivelando as flutuações características dessas fontes. Em sistemas com grande capacidade instalada de eólicas, usinas hidrelétricas a fio d'água e usinas nucleares, a UHR pode funcionar como uma carga na forma de bateria, armazenando energia.

Em Bacaltchuk *et al.* (2015), descrevem sucintamente o esquema de operação da Usina Hidrelétrica Reversível que é constituída basicamente de um “Reservatório Inferior” (em nível baixo) dotado de “Estação de Bombeamento” com “TurboGeradores Reversíveis” interligada a um “Reservatório Superior” em nível (mais alto) por meio de condutos forçados ou túneis, como na figura 1. Durante a noite a água é bombeada do Reservatório inferior para o “Reservatório Superior”, para gerar durante o dia, nas horas de maior demanda. Bacaltchuk *et al.* (2015), ainda destaca o fato de que o custo de implantação das UHs Reversíveis é menor do que novas UHs convencionais, pois não requerem barragem, reservatório, vertedouro, ensecadeiras, desvio do rio, desapropriações de áreas inundadas, estradas de acesso, grandes canteiros de obra e outros, reduzindo assim os custos do projeto e da construção, além de reduzir as perdas d'água e consequentemente impactando menos a bacia hidrográfica onde está inserida.

Seguindo esta linha de raciocínio de Bacaltchuk *et al.* (2015) e complementando com VOITH (2014), o nexa da água/energia é positivo, pois destaca o quão pouco de água pode ser assegurada para a produção de energia WWDR (2014), representada pela constante de tempo de geração e de bombeamento. A constante de tempo na geração: corresponde ao tempo necessário para esvaziar o reservatório superior ou encher o reservatório inferior, considerando a UHR funcionando a plena potência na geração. Inversamente, a constante de tempo no bombeamento: corresponde ao tempo necessário para encher o reservatório superior ou esvaziar o reservatório inferior, considerando a UHR funcionando a plena potência no bombeamento. Ou seja, a constante de tempo de uma UHR depende diretamente, portanto, do volume útil do menor de seus reservatórios e da vazão do equipamento Rogeaux (2014), atendendo assim as premissas de WWDR (2014).

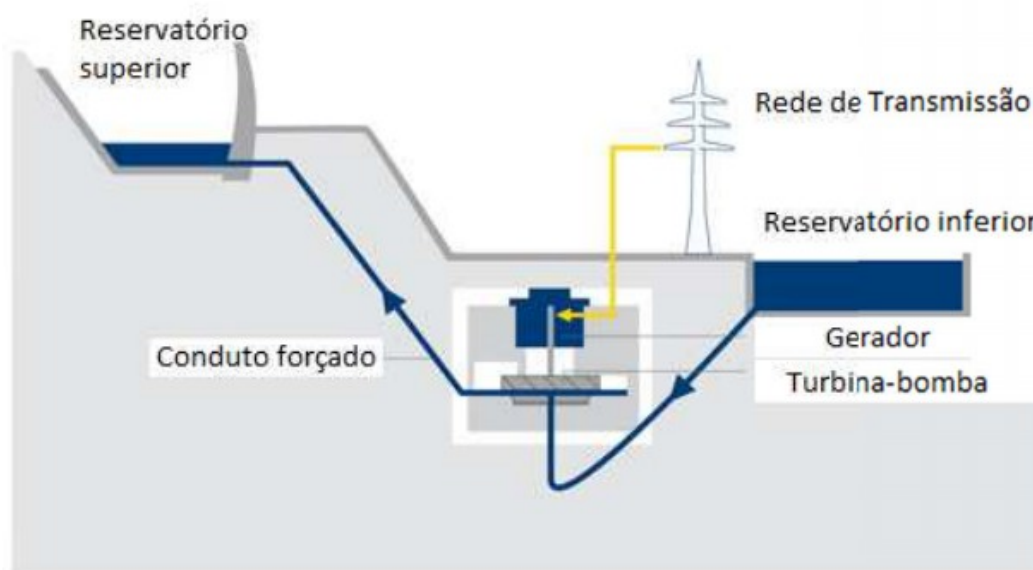


Figura 1 – Esquema básico de uma Usina Hidrelétrica Reversível, VOITH (2015).

Desta forma, deve-se observar, além de possíveis locais de implantação dessa tecnologia no Brasil, os tipos de UHR que melhor se adequem ao nexso da água/energia, em função dos volumes dos reservatórios e das quedas d'água para uma melhor potência instalada.

Na UHR diária, a constante de tempo na geração é de cerca de 4 a 8 horas e a constante de tempo no bombeamento (reservatório inferior) é de cerca de 5 a 10 horas. Este tipo de UHR funciona todos os dias e utiliza diariamente todo o volume disponível (esvaziamento do reservatório superior durante o dia e enchimento na noite seguinte). Já na UHR semanal, a constante de tempo na geração é de cerca de 20 a 30 horas e a constante de tempo no bombeamento é de cerca de 25 a 40 horas (reservatório inferior um pouco maior). Este tipo de UHR funciona todos os dias da semana e utiliza uma parte do volume. O reservatório superior é abastecido no final de semana por bombeamento contínuo, durante 25 a 40 horas, Rogeaux (2014).

Em Zuculin *et al.* (2014), Um estudo de caso de UHR foi feito, onde com cerca de 800 MW de potência instalada e geração de 8 horas diárias e seis dias por semana, precisaria de um reservatório de menos de 10 hm³. E destaca que a UHE Três Irmãos, em São Paulo, tem 808 MW instalados e um reservatório de cerca de 13.500 hm³ (3.500 hm³ de volume útil). Essa é uma diferença radical na análise de impactos socioambientais, pois enquanto na UHE convencional o reservatório é projetado para criar ou concentrar a queda de um rio, na UHR a queda é o próprio desnível natural abrupto de uma serra, ficando o reservatório apenas para conter o volume de geração e bombeamento, num circuito fechado ou semiaberto. Também para comparação em Zuculin *et al.* (2014), a UHE Ilha dos Pombos, no Rio de Janeiro, com 187 MW, tem um reservatório similar, com 7 hm³. Ou seja, os reservatórios, por serem pequenos e minimizarem o nexso água/energia, sofrerão oscilações consideráveis e frequentes do nível d'água, podendo essa variação ser diária ou semanal, dependendo da duração do ciclo bombeamento e geração. A exceção à variação se dá em casos nos quais um dos reservatórios seja existente e infinito (por exemplo, quando se usa o reservatório existente de uma hidrelétrica). Ambientalmente falando, tais variações de nível d'água podem provocar erosão das

margens ou criar uma faixa inóspita à habitação e a irrigação.

Na Europa, algumas das Usinas Hidrelétricas Reversíveis proporcionam em determinada época do ano (menos solicitadas pelo sistema) uma área de veraneio no reservatório inferior, caso da UHR de Grand'Maison, situada nos Alpes e em funcionamento desde 1985. Outro exemplo é a UHR de Cheylas, situada também nos Alpes perto de Grenoble na França, figura 2, em funcionamento desde 1979, onde se estabeleceu ao redor dos reservatórios inferior e superior, cidades, sendo bem aceitas socialmente, contando como um fator que pesa aqui no Brasil ambientalmente e no aspecto do nexos água/energia também pontua positivamente para sua implantação, Rogeaux (2014).



Figura 2 – UHR de Cheylas, situada nos Alpes perto de Grenoble na França, Rogeaux (2014).

Outro exemplo de Usinas Hidrelétricas Reversíveis que contribuem para o nexos da energia/água é o projeto de Kannagawa, desenvolvido pela TEPCO (Tokyo Electric Power Company), como a maior unidade de armazenamento hidráulico no Japão, onde possui potência máxima de 2.820 MW, sendo que a primeira unidade

entrou em operação em 2005, a análise técnica do local de implantação do projeto de Kannagawa leva em consideração os aspectos ambientais, sociais e de design objetivando menores impactos ambientais e sociais relacionados à paisagem do local, à alteração da superfície do solo, à temperatura da água e à conservação do meio ambiente aquático (Nishiwaki, 2009 apud Monteiro, 2014). Kannagawa foi o primeiro projeto em larga escala que obteve a certificação do Sistema de Gestão Ambiental ISO 14001, atraindo atenção para o esforço contínuo de mitigar os impactos ambientais e sociais citados em sua área de construção (Nishiwaki, 2009 apud Monteiro, 2014).

A certificação no lado da oferta abre caminho para a certificação pelo lado da demanda com a ISO 14046, intitulada pegada hídrica, melhorando ainda mais o desempenho da bacia hidrográfica, amenizando as ações antrópicas na mesma, principalmente se a Usina Hidrelétrica Reversível for de circuito aberto, com afluência de rio.

A questão do nexo água/energia e da oferta/demanda na bacia hidrográfica

Por fim, devemos analisar que não só as UHR podem contribuir para o nexo da água/energia pelo lado da oferta, como a gestão de recursos hídricos no que tange ao saneamento pelo lado da demanda também o pode através do incentivo da pegada hídrica na bacia hidrográfica.

As diferenças e as divergências em termos mais simples, onde a água é um recurso natural renovável único, insubstituível e difícil (bem como caro) para se mover, além da força da gravidade. Ao considerar o papel da água no nexo, é necessário fazer a distinção entre recursos hídricos e serviços de água, e como ambos são geridos. Gestão de recursos hídricos é sobre como gerenciar o ciclo da água, em que a água flui como um recurso natural através do ambiente (ou seja, rios, lagos, estuários e outros corpos d'água, solos e aquíferos), em termos de quantidade e qualidade. Gerenciamento de serviços de água é de cerca de desenvolvimento e gestão de infraestrutura para captura, tratar, se necessário, transportar e entregar água para o usuário final, e para capturar os fluxos de resíduos (efluentes) através de reticulação para o tratamento, descarga ou reutilização. Considerando que é necessário energia principalmente para o

fornecimento de serviços de água e saneamento, são também necessários recursos hídricos na produção de energia. Ao contrário da água, a energia pode vir em diferentes formas e pode ser produzido de várias maneiras, tendo cada um requisito distinto - e impacto sobre - recursos de água, WWDR (2014).

No Brasil, devido à ação antrópica nas bacias hidrográficas, está ocorrendo o deplecionamento do volume útil dos reservatórios. A impermeabilização do solo das bacias hidrográficas acarretou maiores escoamentos superficiais no período chuvoso. No período de estiagem, a água que escoou da bacia é necessária para manter os níveis dos rios e, conseqüentemente, dos reservatórios de aproveitamento hidrelétrico na bacia (Ottoni et al., 2005 apud Monteiro, 2014).

As mudanças das características físicas nas bacias hidrográficas alteram o seu regime hídrico, tornando-o mais irregular e suscetível às flutuações hidrológicas. Segundo Ottoni et al. (2005) apud Monteiro (2014), a irregularidade da disponibilidade hídrica, ou sazonalidade hídrica, influencia na operação dos reservatórios, que operam em condições hidrometeorológicas diferentes das previstas em projeto. O deplecionamento do nível operacional do reservatório significa uma perda de energia a ser gerada, pois a energia/água armazenada no sistema diminui.

A crise hídrica vivida no país hoje é representada pelo sistema Cantareira, para captação e tratamento de água, sendo o maior dos sistemas administrados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). As seis represas que o compõem estão interligadas com o objetivo de aproveitar os desníveis e a conseqüente acumulação da água por gravidade para abastecer a Grande São Paulo (Sabesp, 2014 apud Monteiro, 2014). O estado passa por sérios problemas para abastecer determinadas cidades devido ao deplecionamento acentuado do volume útil de seus reservatórios. De acordo com Sabesp (2014), ano passado o nível de água dos seus reservatórios estava em níveis mais altos do que o atual. Em 2014 níveis cada vez menores foram registrados.

Como visto, a bacia hidrográfica é um elemento de elo de suma importância no nexa água/energia, onde a energia é um grande negócio em comparação com água e pode comandar um grande número de mais recursos de todos os tipos. As forças do mercado tendem a desempenhar um papel muito mais importante no

desenvolvimento do setor de energia em comparação com a gestão dos recursos hídricos e à melhoria dos serviços relacionados com a água (abastecimento de água e saneamento), que têm sido historicamente mais de uma questão de saúde e bem-estar público. Os recursos hídricos têm sido considerados por alguns como um bem público (embora a definição econômica de "bem público" não se aplica à água doce) - com acesso a água potável e saneamento reconhecido como um direito humano. O acesso à água potável e ao saneamento é reconhecido como um direito humano (Resolução 64/292 das Nações Unidas, em 28 de Julho de 2010), nenhum dos quais geralmente se aplica a energia WWDR (2014).

Como a crescente demanda de água leva a crescente escassez, ele também leva a crescente urgência para gerenciar os *trade-offs* e maximizar os benefícios em vários setores, incluindo a energia WWDR (2014).

Os riscos para os recursos hídricos leva a riscos de energia. A crescente demanda por fontes de água limitadas aumenta a pressão sobre os produtores de energia intensiva de água, como as Usinas Hidrelétricas convencionais e as Usinas Térmicas, para buscar abordagens alternativas, tais como as UHR e Fontes Intermitentes como a Solar e a Eólica, especialmente em áreas onde a energia está competindo com outros grandes usuários de água (por exemplo, agricultura, indústria, serviços de água potável e saneamento para as cidades) e quando as utilizações de água podem ser restritas para manter ecossistemas saudáveis WWDR (2014).

Uma vez que a mudança climática induz eventos climáticos mais extremos, o setor de energia pode estar exposto a níveis mais elevados de risco. Por outro lado, a mudança climática projetada também pode reduzir certos riscos para a geração de eletricidade a partir de energia hídrica em algumas áreas com armazenamento WWDR (2014).

No caso brasileiro, as Usinas Hidrelétricas Reversíveis não precisam está localizadas necessariamente na região Norte, pois nas regiões Sudeste e Sul, grandes bacias hidrográficas consumidoras de energia, temos várias áreas geologicamente propícias à instalação dessas usinas, como em Bacaltchuk *et al.* 2015.

Como são áreas de bacias hidrográficas próximas aos centros consumidores, tanto para sistemas fechados (sem afluência de rio), quanto abertos (com afluência de rio), o uso dos recursos hídricos deve ser bem planejado tanto no lado da oferta com a instalação das Usinas Hidrelétricas Reversíveis, tanto no lado da demanda com práticas de captação de águas pluviais e reuso da água² atendendo aos quesitos da pegada hídrica junto aos consumidores dentro da bacia hidrográfica.

Resultados esperados com o tema proposto

O resultado esperado do tema proposto é mostrar a importância no momento energético brasileiro dos reservatórios com armazenamento de energia/água sem comprometer socioambientalmente a bacia hidrográfica, além de estar em consonância com a pegada hídrica tanto para a geração quanto para a demanda e reduzir o *trade-off* ounexo da energia e água no momento atual e para os próximos anos na bacia hidrográfica e na matriz energética nacional.

Conclusões

As usinas hidrelétricas reversíveis inseridas em uma determinada bacia hidrográfica, junto com as energias renováveis (solar e eólica) podem compensar a sazonalidade hídrica no período seco, aumentando o fator de capacidade da região, além de minimizar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) pelas usinas térmicas, outro fator importante é a redução do uso da água em curso para posterior geração quando solicitada, considerando o nexo da água e energia com pequenos reservatórios. O sistema proposto diminuiria a vulnerabilidade hídrica em certas bacias hidrográficas que tanto vem sendo afetadas, resultando na atual crise dos reservatórios e das usinas hidrelétricas a fio d'água sem comprometer os múltiplos usos nas bacias hidrográficas como consumo e saneamento.

² Incentivo do aproveitamento da água de chuva através dos telhados verdes e reuso das águas cinza que seriam despejadas na bacia hidrográfica e perdida sem o devido aproveitamento.

Referências

BACALTCHUK, J.; PLATCHECK, E.R.; CASTELO, G. (2015). Usinas Hidrelétricas Reversíveis com uso compartilhado de reservatórios existentes. In **Anais do Comitê Brasileiro de Barragens**, XXX Seminário Nacional de Grandes Barragens Foz do Iguaçu – Paraná. 2015.

BAZILIAN, M.; ROGNER, H.; HOWELLS, M.; HERMANN, S.; ARENT, D.; GIELEN, D. ; STEDUTO, P.; MUELLER, A.; KOMOR, P.; TOL, R.S.J.; YUMKELLA, K.K. (2011). **Considering the energy, water and food nexus**: Towards an integrated modelling approach. *Energy Policy* 39 (2011) 7896–7906. *ScienceDirect Energy Policy*.

ELETRONORTE. (2014). Disponível em: <<http://www.eletronorte.gov.br/opencms/export/sites/eletronorte/seminarioTecnico/arquivos/FolderSeminarioUsinasReversiveis.pdf>>. Acesso em: 29 mai 2015

VOITH. (2014). **Apresentação**. Disponível em; <<http://www.voith.com/br/produtos-e-servicos/.../usinas-reversiveis-551.html>>. Acesso em: 29 mai 2015

HYDRO NEWS No. 21. (Abril) 04-2012. Revista da Andritz Hydro. Disponível em: <www.andritz.com/hy-customer-magazine-hn21_pt.pdf>. Acesso em: 29 mai 2015.

MONTEIRO, M. M.. **Concepção de modelo teórico sobre armazenamento hidráulico**. UnB, (2014). Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília Faculdade do Gama, Brasília, Orientação: Luciano Gonçalves Noleto.

ROGEAUX, C. (2014). **Apresentação**. Experiência da EDF em Usinas Hidrelétricas Reversíveis na França. Seminário Técnico Sobre Usinas Hidrelétricas Reversíveis no Setor Elétrico Brasileiro. 11 e 12 de novembro 2014. Acesso em: 06 jun de 2015.

SOITO, J.L.S. & FREITAS, M.A.V. (2009). **Amazon and the expansion of hydropower in Brazil**: Vulnerability, impacts and possibilities for adptation to global climate change, 2009.

WALSH B.P., MURRAY S.N., O'SULLIVAN D.T.J. (2015). **The water energy nexus**, an ISO50001 water case study and the need for a water value system. *Water Resources and Industry* 10 (2015) 15–28. ScienceDirect *Water Resources and Industry*.

WWDR. (2014). **The United Nations World Water Development Report 2014**. Water and energy. Volume 1. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. World Water Assessment Programme.

YANG, C-J; JACKSON, R.B. (2011). Opportunities and barriers to pumped-hydro energy storage in the United States. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 15, 839–844. ScienceDirect *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

ZUCULIN, S.; PINTO, M.A.R. R. C.; BARBOSA, P.S. F.. A retomada do conceito de usinas hidrelétricas reversíveis no setor elétrico brasileiro. In: **Anais do Seminário Eletronorte sobre Usinas Hidrelétricas Reversíveis no Setor Elétrico Brasileiro**. Novembro de 2014.

DIAGNÓSTICO DA DRENAGEM URBANA E O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MUNICÍPIO DE BOCAIUVA-MG

Valdevino José dos Santos Júnior

Tarcísio Almeida Birino

INTRODUÇÃO

A drenagem urbana moderna preocupa-se com a manutenção e recuperação de ambientes saudáveis na área urbana, usando técnicas apropriadas para cada situação sem ficar limitada ao uso das técnicas convencionais. O manejo de águas pluviais é uma necessidade coletiva e indispensável ao funcionamento das aglomerações urbanas, a inexistência e/ou ineficiência de um bom sistema de drenagem, gera impactos significativos, como alagamentos, deterioração ambiental e doenças de veiculação hídrica.

Para o controle dos impactos decorrentes da falta de drenagem urbana, é necessário desenvolver uma série de ações ordenadas de forma a buscar equilibrar o desenvolvimento com as condições ambientais das cidades (TUCCI, 2002).

A necessidade de sistemas de drenagem urbana para prevenção de alagamentos, em especial nas áreas mais baixas ou marginais de cursos d'água, é comumente observada após a ocorrência de fenômenos naturais que resultam em inúmeros transtornos à sociedade como um todo. Historicamente eventos dessa natureza decorrem da ausência de sistemas de drenagem na concepção original para formação dos núcleos urbanos, ou seja, não eram planejados ou exigidos para a urbanização de áreas ou implementação de parcelamentos do solo. Quando, eventualmente, instalados, não tinham seu dimensionamento pensado para uma maior concentração populacional, nem mesmo vislumbrado para a impermeabilização hoje observada.

No Brasil, institucionalmente, a infraestrutura de microdrenagem é reconhecida como da competência dos governos municipais que devem ter total responsabilidade para definir as ações no setor, ampliando-se esta competência em direção aos governos estaduais, na medida em que crescem de relevância as questões de macrodrenagem, cuja referência fundamental para o planejamento são

as bacias hidrográficas.

Além de minimizar os custos inerentes à falta de um sistema adequado, como indenizações, desapropriações e manutenção de um sistema deficitário, a implantação de sistemas de drenagem, bem dimensionados, proporciona benefícios das mais variadas ordens.

OBJETIVO

Este trabalho terá por objetivo realizar o diagnóstico da drenagem urbana e o manejo de águas pluviais no município de Bocaiuva no Norte de Minas Gerais, bem como avaliar suas principais deficiências. Terá como objetivo secundário, propor medidas para corrigir/minimizar problemas do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais na zona urbana do município de Bocaiuva, bem como apontar os possíveis benefícios a população local.

METODOLOGIA

Área de estudo

O município de Bocaiuva localiza-se no Norte de Minas Gerais, a 369 km da capital mineira. Está inserido na Bacia do Rio Jequitinhonha, apresenta clima tropical, com verões quentes e úmidos e invernos secos. As temperaturas variam entre 18° C (médias mínimas) e 32° C (médias máximas). A temperatura média anual é de 24° C. A precipitação anual é de aproximadamente 900 mm. Nas porções elevadas da Serra do Espinhaço, ao sul, os verões são relativamente mais amenos e mais úmidos com temperaturas médias em torno de 20° C. A cobertura vegetal nessas porções é a dos campos limpos e rupestres de altitude. Nas áreas centras e baixas e das chapadas, predomina-se o cerrado, praticamente todo devastado para o plantio de eucaliptos (CHAVES e ANDRADE, 2012).

Bocaiuva se tornou de destaque na região, sendo a porta de entrada do Norte de Minas Gerais e polarizador dos pequenos municípios que o circundam. Os

municípios limítrofes de Bocaiuva são: Montes Claros, Engenheiro Navarro, Glaucilândia, Diamantina, Olhos D'Água, Carbonita, Turmalina, Botumirim, Itacambira, Guaraciama e Claro dos Poções. A cidade esta localizada na coordenada geográfica: latitude 17° 6' 28" e longitude 43° 48' 54", sob altitude de 698 metros (Figura 01).



Figura 01: Localização do município de Bocaiuva no estado de Minas Gerais.

Ainda, conforme Chaves e Andrade (2012), Bocaiuva está situada no âmbito da separação de águas entre as bacias dos rios, a leste está o rio Jequitinhonha e a oeste o rio São Francisco. O município é banhado pelos rios Guavinipã, Jequitaí, Pacuí, Trecho do Rio São Francisco e Rio Verde Grande (Figura 02).



Figura 03: Imagem aérea da sede urbana de Bocaiuva/MG.

Base Metodológica

Como base metodológica, este trabalho teve como referência Cunha, Moruzzi e Braga (2009), Santos Júnior (2014) e Santos Júnior e Santos (2014) que realizarão diagnósticos de elementos de drenagem em áreas e bacias hidrográficas urbanas.

Os autores apontam que, para se realizar diagnósticos de drenagem urbana, é necessário realizar visitas *in loco*, com intuito de registrar por meio de fotografias, os elementos do sistema de drenagem urbana, as inundações e enchentes. Segundo eles, só assim é possível diagnosticar a atual realidade dos sistemas de drenagem urbana e a qualidade do manejo de águas pluviais.

Desta maneira, foi utilizada uma tabela proposta por Vaz Filho e Cordeiro (2000), como uma fonte de orientação para este estudo. Eles elaboram um esquema para o diagnóstico de drenagem urbana para a região central do Estado de São Paulo (Tabela 01).

Tabela 01: Esquema para diagnóstico municipal.

ASSUNTO	OBJETIVOS
Administração Municipal	Identificar o órgão responsável pelo sistema e verificar o organograma administrativo do mesmo e se possível da prefeitura.
Integração	Verificar se há integração entre os diversos setores que gerenciam os sistemas de infraestrutura, tais como: planejamento conjunto; planos para a minimização das interferências existentes entre os diversos sistemas; análise conjunta da situação do município; contato prévio entre os diversos setores, quando da execução de projetos ou obras, para se tomar conhecimento de possíveis interferências, etc.
Cadastro	Verificar se o município possui cadastro, qual a extensão da rede e o número de estruturas de captação existentes.
Tipologia	Verificar se os dispositivos possuem padronização e qual a tipologia adotada.
Interligação	Verificar se há no município a interligação entre a micro e a macrodrenagem e como é realizado o controle da mesma.
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar se existe manutenção e limpeza dos dispositivos de drenagem, qual o órgão responsável, a composição das equipes de manutenção, a periodicidade com a qual o serviço é executado, as atividades envolvidas e os equipamentos e ferramentas utilizadas; - Verificar quais os equipamentos utilizados nos casos de manutenção extraordinária.

Canais	Verificar a preocupação do município com a limpeza de canais.
Varrição Pública	Verificar se o município executa a varrição pública, qual o órgão responsável, se o serviço atinge todas as bacias que possuem redes de microdrenagem e a frequência com a qual o serviço é executado.
Legislação	Verificar se existe legislação que aborda a questão de materiais depositados nas vias públicas e como o assunto é tratado.
Recapeamento Asfáltico e Pavimentação	Verificar se precauções são tomadas envolvendo a interferência da mesma com os dispositivos de drenagem, quando do recapeamento asfáltico e verificar se as prefeituras implantam as redes e dispositivos que compõem o sistema de drenagem antes da pavimentação asfáltica.
Projeto	Verificar se as redes de drenagem no Município são implantadas a partir de projetos.

Fonte: Vaz Filho e Cordeiro (2000).

A fonte principal de consulta e análise dos dados do trabalho foi o Plano Municipal de Saneamento Básico de Bocaiuva/MG – PMSB (PREFEITURA MUNICIPAL DE BOCAIUVA, 2014).

As propostas para mitigar as deficiências encontradas e os benefícios que serão alcançados pela população bocaiuvense serão elaboradas e obtidas após o diagnóstico da drenagem urbana e do manejo de águas pluviais, seguindo a metodologia supracitada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico da drenagem urbana e o manejo de águas pluviais do município de Bocaiuva iniciou-se com a utilização do esquema para diagnóstico municipal elaborado por Vaz Filho e Cordeiro (2000) com consulta e orientação do Plano Municipal de Saneamento Básico de Bocaiuva/MG – PMSB.

Com base no PMSB, identificou-se que, sob o assunto Administração Municipal, o principal responsável pelo sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais é o Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, junto a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil – COMPDEC.

Percebeu-se através do estudo do PMSB, que o município de Bocaiuva encontra-se em dificuldades no assunto Integração, com que se refere aos tratos com assuntos complexos e interdisciplinares, como é o caso da drenagem urbana. As técnicas de manejo de águas pluviais são elaboradas por engenheiros, enquanto que em outros programas, tais como: conscientização e educação ambiental, gerenciamento de resíduos sólidos, sistemas de alerta de chuvas, entre outros, demandam profissionais das mais variadas formações, como arquitetos, geógrafos, professores, assistentes sociais, entre outros. No conceito moderno a gestão deve ser consensual e feita por um grupo interdisciplinar, o que não acontece no município.

Lisboa, Heller e Silveira (2013) apontaram que os maiores desafios encontrados por gestões de pequenas cidades no planejamento municipal de saneamento básico é com relação a limitação quanto à qualificação profissional e capacidade técnica municipal. Caso este que pode ser reduzido com a contratação de profissionais e pela capacitação destes através de cursos de qualificação. Os autores relataram ainda que, “as questões como integração de órgãos das áreas que compõem o saneamento e vontade política são obstáculos ao planejamento”.

Quanto ao quesito Cadastro, verificou-se que o município não possui cadastro planialtimétrico em planta georreferenciada dos elementos de micro e macrodrenagem existentes na cidade, a citar: sarjetas, bocas de lobo, caixas de passagem, poços de visita, redes pluviais, entre outros.

Quanto a Tipologia, através de análise do PMSB e levantamento de informações junto aos órgãos responsáveis, não foi possível verificar se os

dispositivos possuem padronização e qual a tipologia adotada, o que pode ser explicado pelo tempo que esses dispositivos foram instalados, não havendo mais registros e projetos da época.

Sobre o assunto Interligação, constatou-se que não há interligação entre os elementos de micro e macrodrenagem, além da inexistência de dados de histórico de rompimento de tubulações. Fato este que, áreas são alagadas e inundadas pela obstrução de bocas de lobo e tubulações, por resíduos sólidos e sedimentos, além da insuficiência do sistema de micro e de macrodrenagem. Vale ressaltar que, no município foram identificadas algumas ligações clandestinas de esgotamento sanitário na rede de drenagem de águas pluviais, o que pode acarretar alguns problemas pontuais em épocas de precipitação elevada, como a veiculação de doenças hídricas, como é o caso da leptospirose.

A manutenção dos elementos dos sistemas de drenagem urbana em Bocaiuva é deficitária. Segundo Santos Júnior (2014), a falta de manutenção dos dispositivos de microdrenagem corroboram para o aumento de alagamentos, enchentes e inundações em bacias hidrográficas urbanas.

Consta-se no PMSB que, apesar de ser responsabilidade pública, não existe um plano de manutenção e limpeza das redes pluviais no município. Santos Júnior e Santos (2014) apontaram que a falta de manutenção e limpeza dos elementos de drenagem urbana, ocasionam a fragilidade no sistema de drenagem, potencializando os efeitos das chuvas, gerando, como comentado por Santos Júnior (2014), enchentes e inundações.

Não se pode identificar pelo PMSB como é a composição das equipes de manutenção, a periodicidade com a qual o serviço é executado, as atividades envolvidas e os equipamentos e ferramentas utilizadas; e ainda, quais os equipamentos utilizados nos casos de manutenção extraordinária. Apenas confirmou-se através do SAAE que, as manutenções são realizadas de acordo com a demanda, ou seja, quando há uma necessidade a ser sanada, mas não há práticas preventivas periodicamente.

Sob o assunto Canais, constatou-se que o município não possui canais de drenagem, sendo os cursos hídricos urbanos responsáveis por desempenhar tal função no sistema de macrodrenagem. Os cursos d'água para lançamento de

drenagem urbana são o rio Guavinipã e o rio dos Angicos, onde não estão delimitadas as bacias de contribuição para cada um. Existem pontos de assoreamento e obstruções parciais desses corpos hídricos urbanos, contudo o município não possui levantamento e estudos que identificam a dimensão e grau destes impactos, segundo a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil eles foram assoreados e poluídos por excesso de resíduos sólidos urbanos, dentre estes resíduos da construção civil, além do lançamento de esgoto sem tratamento diretamente no rio Guavinipã, já que o município não conta ainda com uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE em funcionamento.

Ocorrem também problemas pontuais de integridade das estruturas de macrodrenagem, como por exemplo, rompimentos e deterioração do sistema. Não existe bacia de amortecimento. Verifica-se que é grande a preocupação do Município para com a qualidade da gestão da drenagem urbana, tal que o primeiro programa do Plano Municipal de Saneamento Básico é exatamente nesse enfoco. Este programa está caracterizado como Alta Prioridade, devendo ser implantado a curto prazo, até 2016.

A Varrição Pública é um quesito do diagnóstico relacionado à drenagem urbana, tendo em vista que é responsável pela mitigação de problemas como a obstrução de sistemas de microdrenagem por resíduos sólidos urbanos. Em Bocaiuva, na sede urbana, a varrição abrange 100 % da área pavimentada, sendo somente as vias não pavimentadas que não possuem serviço de varrição. Todo o processo de varrição é realizado manualmente, os resíduos são coletados pelos caminhões destinados a coleta de lixo. Não existe acúmulo de resíduo nas vias, o que demonstra eficácia no processo executado pelo município. A frequência de varrição é diária no centro da cidade e quinzenal nos demais bairros. A Prefeitura Municipal, através da Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Urbanos, é a responsável por administrar e prestar o serviço de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

Quanto ao assunto Legislação, verificou-se que Bocaiuva possui a Lei nº 3.604/2013, que regulamenta o sistema de limpeza urbana. Ainda, através da Lei Orgânica municipal, no seu artigo Art. 197, consta que “o Município manterá sistema de limpeza urbana, coleta, tratamento e destinação final do lixo”. Em Bocaiuva ainda

não existe uma Política Municipal de Resíduos Sólidos, bem como o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos - PGIRS. A elaboração do PMSB de Bocaiuva pautou-se nos princípios e diretrizes estabelecidos na Lei Federal nº 11.445/2007 – Política Nacional de Saneamento Básico, que institui nos instrumentos definidos na legislação e normas aplicáveis, bem como nos programas e políticas públicas que guardam relação com o saneamento básico, que inclui abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Ressalta-se ainda, que Bocaiuva dispõe de plano diretor estratégico, sob a lei municipal nº 3.190/2006, que define o sistema e o processo de planejamento e gestão do desenvolvimento do município. O Plano Diretor (PD) é o instrumento básico da política de desenvolvimento urbano e obrigatório, por força da Constituição Federal (BRASIL, 1988) e do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), para as cidades com mais de 20 mil habitantes. Um dos objetivos deste é definir as diretrizes básicas para expansão urbana, uso e ocupação do solo urbano, parcelamento e implantação de infraestrutura urbana. Segundo Cunha, Moruzzi e Braga (2009), o diagnóstico da drenagem urbana é importante para a eficiência das orientações sobre a ocupação da terra que devem constar no Plano Diretor do município.

No assunto Recapeamento asfáltico e Pavimentação não foi possível, com base no PMSB, verificar as precauções que estão sendo tomadas envolvendo a interferência da pavimentação com os dispositivos de drenagem, quanto do recapeamento asfáltico. Não foi detectado se a prefeitura implanta as redes e elementos que compõem o sistema de drenagem urbana antes ou após a pavimentação asfáltica.

Por fim, sobre o assunto Projeto pode-se verificar que as redes de drenagem já existentes no município foram implantadas através de projetos do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE juntamente a administração municipal representada pelos setores responsáveis. Através do PMSB, averiguou-se que nos próximos anos, deverão ser implantadas outras redes de drenagem visando a universalização do sistema, a partir de Programas do plano que visam melhorias na qualidade da prestação de serviços de drenagem urbana.

Conforme a Figura 04, em Bocaiuva acontecem alagamentos causados por insuficiência dos sistemas de drenagem em alguns locais da cidade, como área da estação ferroviária, em alguns pontos específicos e ruas dos bairros: Pernambuco, Zumbi, Nossa Senhora Aparecida, São Geraldo, Bonfim, Esplanada e Centro. Ocorrem também problemas pontuais de integridade das estruturas de microdrenagem, como por exemplo, rompimentos e deterioração do sistema.



Figura 04: Alagamento na rua Domingos Acácio – Centro, decorrente de obstrução e insuficiência do sistema de microdrenagem.

Tais problemas ocorrem devido a fatores pré-diagnosticados, como a ocupação intensa e desordenada do solo, características morfológicas do solo em alguns pontos favoráveis a processos erosivos e ainda, sistema inadequado da drenagem urbana. Tucci (2002) ressalta que as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude devido a impermeabilização, ocupação do solo e a construção da rede de condutos pluviais. Ainda, o autor afirma que o

desenvolvimento urbano pode produzir obstruções ao escoamento, drenagens inadequadas e assoreamentos.

Cunha, Moruzzi e Braga (2009), no diagnóstico dos elementos de drenagem da área urbana de Rio Claro/SP, identificaram enchentes, assoreamentos, erosões e poluição de cursos hídricos urbanos, como alguns dos impactos decorrentes da ineficiência e ausência de drenagem pluvial em locais analisados do município, aliado a ocupação irregular do solo e deposição inadequada de resíduos. Fato semelhante foi encontrado em Bocaiuva, através do diagnóstico da drenagem urbana confirmou-se que o município apresenta áreas de risco geológico e contaminação hídrica devido ao manejo ineficiente das águas juntamente ao processo de urbanização da sede do município (Figura 05 e 06).



Figura 05: Rua de terra para acesso ao Bairro Cachoeirinha, próxima a Estação Elevatória de Esgoto do SAAE, local com alto risco de contaminação por esgoto sanitário.



Figura 06: Rua Antônio Tibúrcio, bairro Pernambuco, local alagado devido a inexistência de drenagem pluvial.

Em sua essência, o diagnóstico indica que algumas áreas da sede urbana necessitam ser sanadas ou adequadas com vista a possibilitar a manutenção dos padrões de sustentabilidade e o desenvolvimento progressivo do setor. Os objetivos e metas para os serviços de drenagem foram definidos conforme o diagnóstico do município e perspectivas para seu crescimento. São propostas medidas de controle, estruturais e não estruturais, que permitam, de forma sustentável e integrada, a efetiva materialização das melhorias pretendidas para integrarem as ações de gestão e operacionalização dos sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais com os demais serviços de saneamento, notadamente Esgotamento Sanitário e Resíduos Sólidos, dotando o município de Bocaiuva estrutura e instrumentos necessários a:

- I) Universalização do acesso aos serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais;
- II) Prestação qualitativa dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais;
- III) Promoções da salubridade ambiental.

Como metas específicas, fica proposto:

- Elaborar o Plano Municipal de Microdrenagem;
- Implantar a rede e os serviços de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais em todo município;
- Implementar mecanismos/ instrumentos para uma gestão qualitativa com vistas a otimização dos serviços e minimização dos custos;
- Promover políticas voltadas a redução de ligações clandestinas de esgotos na rede de drenagem, bem como realizar a fiscalização;
- Resolver problemas de esgoto a céu aberto no município;
- Recuperação/restauração das redes de drenagem existentes em toda área urbana do município através de sistema de limpeza urbana e manutenção de redes pluviais;
- Implantar campanhas socioeducativas no município, objetivando adoção de práticas ambientalmente corretas;
- Desenvolver ações de emergência e de contingência.

Os benefícios que a população de Bocaiuva poderá obter com um bom e adequado sistema de drenagem urbana, são: I) redução das áreas passíveis de alagamento; II) supressão de águas estagnadas; III) recuperação de áreas alagadas ou alagadiças; IV) redução de riscos à saúde; e V) maior conforto e segurança para a população (PREFEITURA MUNICIPAL DE BOCAIUVA, 2014).

CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível realizar o diagnóstico da drenagem urbana e o manejo de águas pluviais no município de Bocaiuva no Norte de Minas Gerais. A partir de um levantamento de dados, verificou-se impactos decorrentes da ineficiência/inexistência do sistema de drenagem em alguns pontos da área de estudo, como alagamentos, erosões periurbanas e comprometimento da qualidade das águas pluviais e fluviais por contaminação por esgotamento sanitário.

Foram propostos objetivos para correção/minimização dos problemas

detectados. Os benefícios de um bom e adequado sistema de drenagem urbana, serão aqueles ligados a salubridade ambiental local, visando buscar saúde à população e conservação do meio ambiente.

Neste contexto, é essencial que, além das informações aqui apresentadas, sejam realizadas complementações que propiciem a criação de um Plano Municipal de Microdrenagem, que viabilizará a solução definitiva dos problemas apontados neste trabalho. Para isso, a sistemática de levantamento de dados e de análise apresentada neste artigo constitui-se em ferramenta importante de diagnóstico da drenagem urbana.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988.** Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/const/>>. Acesso em: 15 jun 2015.

BRASIL. Lei Federal n. 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade). **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 15 jun 2015.

CHAVES, M. L. de S. C.; ANDRADE, K. W. **Geologia e recursos minerais da folha Bocaiuva SE.23-X-C-III, estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: CPRM, 2012. Escala 1:100.000

CUNHA, C. M. L.; MORUZZI, R. B.; BRAGA, R. Diagnóstico dos elementos de drenagem urbana do Rio Claro-SP. **REA – Revista de estudos ambientais (Online)**, v.11, n. 2, jul./dez. 2009. p. 88-100.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades.** 2014. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=310730>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVERA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.18, n.4, out/dez, 2013. p. 341-348.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOCAIUVA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Bocaiuva, Minas Gerais.** set 2014.

SANTOS JÚNIOR, V. J. dos. Avaliação da fragilidade no sistema de drenagem

pluvial urbana: o caso da bacia hidrográfica do córrego das Melancias em Montes Claros – MG. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v.13, n.5, dez. 2014, p. 3986-3997.

SANTOS JÚNIOR, V. J. dos.; SANTOS, C. O. Aplicação de indicadores de fragilidade do sistema de natureza ambiental na bacia hidrográfica do rio Cintra-MG. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v.13, n.5, dez. 2014, p. 3872-3880.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n.1, jan./mar., 2002, p. 5-27.

VAZ FILHO, P.; CORDEIRO, J. S. Diagnóstico da drenagem urbana na região central do Estado de São Paulo. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais**, XXVII. ABES, 2000.

ASPECTOS HISTÓRICOS E IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NO MANGUEZAL 13 DE JULHO, ARACAJU/SE.

Maria das Graças da Silva Correia

RESUMO

Em Aracaju manguezais vêm sendo devastados ao longo de sua formação e por toda sua história. A própria construção da cidade em 1855 ignorou suas características ambientais de vasta planície estuarina. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo tratar sobre aspectos históricos e impactos ambientais identificados no Manguezal 13 de julho, Aracaju/SE. O procedimento metodológico inicialmente constou da utilização de pesquisa bibliográfica através de levantamento bibliográfico sobre o tema, seguida de pesquisa de campo para coleta de dados referentes à dinâmica da paisagem da área em estudo. Foi detectada a necessidade de tratamento das águas que vêm diretamente para o manguezal e identificação da causa deste processo de sedimentação que está ocorrendo no mesmo. O impacto apresentado neste ecossistema devido à proximidade com o Rio Sergipe, maior bacia hidrográfica do Estado, é preocupante. Assim, torna-se necessária aplicação de projetos que objetivem informar a importância deste ecossistema aos moradores próximos, estimular atitudes ecologicamente corretas e além da proposta de saneamento, uma fiscalização mais eficiente, pois como essa área tem um poder de regeneração muito grande, a simples parada desse processo de poluição possibilitaria que a mesma ocorresse, voltando, desta forma, ao seu espaço natural.

PALAVRAS-CHAVE: Manguezal; histórico; falta de saneamento; degradação; Aracaju.

ABSTRACT

In Aracaju mangroves has been devastated over their training and throughout their history. The actual construction of the city in 1855 ignored their environmental characteristics of estuarine vast plain. In this context, this study aims to address on historical aspects and environmental impacts identified in Mangrove

July 13, Aracaju / SE. The methodological procedure initially consisted of using literature through literature on the topic, followed by field research applying the observation as an instrument to collect data on the dynamics of the landscape of the study area. The need for treatment of water coming directly to the mangrove and identifying the cause of this sedimentation process that is taking place in the same was detected. The impact presented in this ecosystem due to proximity to the Rio Sergipe, largest river basin in the state, is worrying. Thus, it becomes necessary implementing projects that aim to inform the importance of this ecosystem to residents nearby, encourage environmentally friendly attitudes and beyond sanitation proposal, more efficient supervision, for as this area has a very large regenerating power, simple stop pollution of this process would allow the same to happen, returning thus to its natural space.

KEYWORDS: Mangrove; history; lack of sanitation; degradation; Aracaju.

1. INTRODUÇÃO

A antiga Santo Antônio do Aracaju, hoje Aracaju, tem a sua construção marcada por uma grande e desordenada devastação ambiental. Sua implantação, em 1855, se deu em uma área tomada por manguezais, lagos e alguns riachos, antigos afluentes do rio Sergipe, hoje já extintos.

Apesar de não ser uma grande capital, Aracaju detém melhores condições de infraestrutura, renda e saúde pública que muitas das cidades que a circundam, o que incentiva a migração de pessoas residentes no interior deste e de estados vizinhos em sua direção, fato muito significativo ao analisar a grande expansão territorial desta cidade. Para a acomodação de todo esse contingente, dia após dia foram aterradas e loteadas áreas de manguezal que levaram ao surgimento de bairros como o Industrial e o Jardins. (ALMEIDA, 2006)

Os manguezais são ambientes costeiros com baixo teor de oxigênio e sua superfície é rica em matéria orgânica, que serve de alimento para peixes e crustáceos. O solo é formado por uma lama de coloração cinza escura ou preta, rica em sulfeto de hidrogênio, o que causa um odor característico de enxofre, mais acentuado nos mangues poluídos e degradados. A depender das condições de

umidade e exposição aos ventos, os mangues abrigam espécies xeromorfas, como as plantas dos "carrascos", até espécies arbóreas tais como cajueiro, mangabeira, murta, facheiro, aroeira-da-praia e outras adaptadas à flutuação de salinidade.

Sua formação sofre influência de alguns fatores como: temperatura, evaporação, salinidade, topografia, amplitude de marés, frequência de inundações, ventos, insolação e aporte de sedimentos. Possuem temperaturas em torno de 20°C, amplitude anual de 5°C, precipitação anual de 15.550 mm, as marés são o principal mecanismo de salubrificação e penetração de águas marinhas nos mangues. Entre os sedimentos podem ser citados: restos de galhos, restos de animais, areia, argila. É considerado um ambiente muito produtivo por ser um filtro de poluentes que iriam diretamente para o mar e provedor de nutrientes.

Atualmente os manguezais estão localizados desde a bacia do rio Sergipe até a do rio Vaza-Barris, fazendo parte de um conjunto do que restou da Mata Atlântica. Pesquisa realizada pela Embrapa em Sergipe aponta que no ano de 1975 existia 555,7 km² de mangues, em 1981 esse número tinha sido reduzido para 468,7 km², e atualmente segundo a ADEMA esse número reduziu praticamente à metade, restando apenas em todo o estado de Sergipe 262 km² de manguezais. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo tratar sobre aspectos históricos e impactos ambientais identificados no Manguezal 13 de julho, Aracaju/SE.

2. METODOLOGIA

O procedimento metodológico inicialmente constou da utilização de pesquisa bibliográfica através de levantamento bibliográfico sobre o tema, seguida de pesquisa de campo aplicando a observação como instrumento para coleta de dados referentes à dinâmica da paisagem da área de estudo. A pesquisa de Campo permitiu o registro do aspecto atual do manguezal 13 de julho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Aracaju manguezais vêm sendo devastado ao longo de sua formação e por toda sua história, a própria construção da cidade em 1855, ignorou suas características ambientais de vasta planície estuarina.

Na área que hoje é chamada de 13 de Julho, antiga Praia Formosa que era o “império dos pescadores”, existia apenas areia, mangues e uma grande variedade de fauna e flora. As comunidades que moravam nas proximidades dessas áreas de mangue tinham uma relação de dependência, pois precisavam desse ambiente para adquirir seus recursos financeiros que garantiam a sua sobrevivência.

Segundo Santos (2012) o manguezal existe entre os bairros 13 de julho e Jardins indiretamente surgiu da degradação do mangue da Coroa do Meio ocorrida devido a intervenções antrópicas ocorridas no período 1955-2008 que causaram sua expansão ao promover o isolamento da área em decorrência da transferência de seus sedimentos arenosos.

Atualmente quase toda essa área foi tomada por prédios e construções devido ao crescimento urbano. E são observadas duas formas de apropriação espacial do ecossistema manguezal com níveis de depredação intimamente ligados ao status político-econômico desses agentes: existe o grupo que vai para a área pescar para sobreviver e tirar dali a sua renda mensal, e também o grupo de alto escalão que quer se apossar de toda essa terra para a construção e expansão de Aracaju nas áreas de manguezais.

Percebe-se na área observada grande quantidade de abstratos antrópicos uma área extremamente poluída e um comércio em plena expansão pode definir hoje o Bairro 13 de Julho, a antiga “Praia Formosa”. O manguezal frondoso passa a falsa impressão de que ali existe vida em exuberância, quando na verdade é alimentado por excrementos jogados pelos canais de residências e de lojas de vários bairros de Aracaju. O que denuncia esse alto índice de poluição é o mau cheiro exalado no local e a baixa quantidade de animais no mesmo. É uma das áreas de manguezal mais afetadas.

O bairro 13 de Julho por possibilitar belas paisagens e ser bem localizado concentra os mais luxuosos empreendimentos imobiliários de Aracaju. A degradação do manguezal presente na área tem sido causada pelo crescimento urbano e

especulação financeira alimentada por egos inflados que fecham os olhos a sua participação na diminuição da possibilidade de sua capacidade de recuperação ao destruir as cadeias naturais nele existentes.

A degradação do mangue vem causando grande desequilíbrio à fauna marinha de toda a costa litorânea, comprovada pela escassez dos estoques naturais de camarões, peixes, caranguejos e outros crustáceos habitantes do mesmo. Apesar da existência de leis que determinam a proteção do manguezal, esse ecossistema ainda sofre atualmente vários tipos de agressões ocasionados pela própria população daquela região, além do sistema de esgoto que são despejados sem tratamento adequado. Atualmente está em desenvolvimento a implantação de uma estação de tratamento dos resíduos para minimizar os impactos por eles causados.

A deficiência no sistema de tratamento de esgotos de estabelecimentos e residências no bairro 13 de Julho e outros circunvizinhos fica visível ao ser detectada a canal que corta a Avenida Anísio Azevedo e que esta aberta (Figuras 1a a 1d) desembocando todos os dejetos nas proximidades do manguezal. A situação deste ecossistema é preocupante, pois suas raízes se encontram expostas a sedimentos (Figura 2) e falta de vida em seus arbustos com caules secos esticados para o alto com folha de cor diferente (Figura 3) dando um ar de desolação que o projeto urbanístico esconde com plantas ornamentais (Figuras 4a e 4b) na área de lazer deste importante bairro aracajuano. A presença do Rio Sergipe ao fundo (Figura 5) possibilita a contaminação do mesmo. A deposição de sedimentos identificada na área do manguezal pode dificultar o acesso entre os dois corpos hídricos. Mais urgente para os gestores, porém, é a construção de uma bela orla que se encontra em andamento e que oferecerá proteção quanto à força das águas do Rio Sergipe (Figura 6).



Fig. 1a. Canal aberto.



Fig. 1b. Cor das águas que saem do Canal.



Fig. 1c. Canal aberto do outro lado.

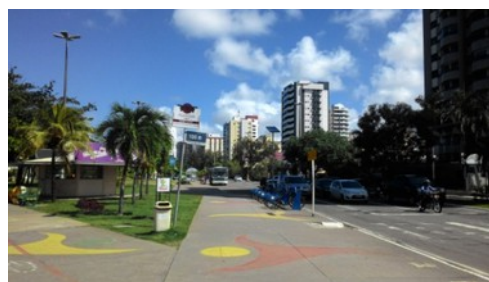


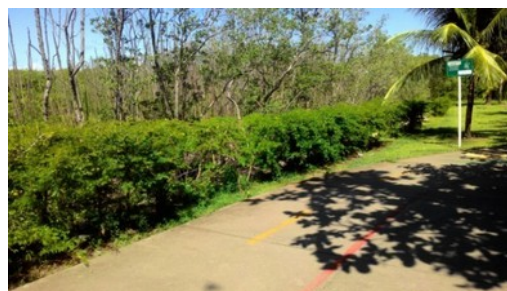
Fig. 1d. Canal fechado.



Fig. 2. Raízes expostas e sedimento.



Fig. 3. Presença de caules secos.



Figuras 4a e 4b. Utilização de plantas ornamentais para "esconder" a real

situação do Manguezal.



Fig. 5. Visualização do Rio Sergipe, ao fundo.



Fig. 6. Andamento da construção da orla.

4 - CONCLUSÃO/RECOMENDAÇÕES

Apesar da importância dos manguezais estes têm sofridos impactos ambientes notórios devido a aterramentos, loteamentos e outros tipos agressões. E não é diferente com a área conhecida como 13 de Julho, que com o crescimento da cidade e um aumento crescente da especulação imobiliária tem tido grande parte de sua área natural aterrada e recebido dejetos sem tratamento adequado, e até

restolhos de construção, por se constituir num local de alto valor imobiliário.

Há necessidade de tratamento das águas que vêm diretamente para o manguezal e identificação da causa deste processo de sedimentação que está ocorrendo no mesmo. O impacto apresentado neste ecossistema devido à proximidade com o Rio Sergipe, maior bacia hidrográfica do Estado, é preocupante.

Os manguezais que são para algumas espécies da fauna um berçário, para outras, local de reprodução ou refúgio em situações como queimadas, ou, ainda de garantia de sobrevivência para pescadores, têm um valor inestimável exigindo, portanto, que sejam tomadas medidas voltadas a sua sobrevivência. Assim, torna-se necessária aplicação de projetos que objetivem informar a importância deste ecossistema aos moradores próximos, estimular atitudes ecologicamente corretas e além da proposta de saneamento, uma fiscalização mais eficiente, pois como essa área tem um poder de regeneração muito grande a simples parada desse processo de poluição possibilitaria que este se regenerasse voltando ao seu espaço natural.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. J. M.; BARBIERI, E. Biodiversidade das aves do manguezal da 13 de Julho em Aracaju, Sergipe. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 317-328, jul./set, 2008. Disponível em: <www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/63/317-328pdf.pdf>. Acesso em: 05 maio 2015.

ALMEIDA, F. C.; FREIRE, E. O. L. **Entre a terra, e o Rio e o Mar**: Tradição de Aterros dos Ecossistemas de Manguezais Aracajuanos - Sergipe (1855-1923). Disponível em: <www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/arquivos/TA358-04042006-093201.DOC> Acesso em: 06 abr. 2011.

ARAÚJO JUNIOR, A. M. **Geografia**: impactos ambientais. 2006. Disponível em: <<http://www.juliobattisti.com.br/tutoriais/arlindojunior/geografia036.asp>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

BATISTA, E. D.; VIEIRA, L. V. L. (Orient.). **Meio ambiente, educação ambiental e cidadania na comunidade do Mosqueiro em Aracaju - SE**. Aracaju, SE, 2004. 56 p. Monografia do Curso de Pós-Graduação Lato Senso em Educação Ambiental, Universidade Tiradentes, 2004.

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2009.

DIEGUES, A.C. Comunidades litorâneas e os Manguezais do Brasil. In: _____. **Ecologia Humana e Planejamento Costeiros**. São Paulo: NUPAUB, 2001.p. 185-216.

FERREIRA, R. M. T. F. Universidade Tiradentes. **Atuação do ministério público na defesa dos manguezais de Aracaju - SE**. Aracaju, SE, 2004. 64 p. Monografia (Curso de Direito) - Universidade Tiradentes, 2004.

FONTES, A. L.; AGRA, L. G.; SANTANA, J. W. C. **Meio ambiente e sociedade**. Aracaju: Gutemberg, 2009.

LEI Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Publicado no DOU de 02 de setembro de 1981. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1981/6938.htm>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

LIMA, A. V. O. **Degradação dos manguezais do município de Aracaju em decorrência da urbanização**. Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre - RS, 25-31 jul. 2010. Disponível em: <www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=95>. Acesso em: 05 maio 2015.

MANGUEZAIS. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/manguezais/natureza-manguezais.php>>. Acesso em: 19 abr. 2010.

MELO, F. A. V. **O mangue** – um impresso alternativo sobre meio ambiente. Aracaju, SE, 2004. 62 p. Monografia do Curso de Jornalismo, Universidade Tiradentes, 2004.

MONTEIRO, C. A. F. **Derivações antropogenéticas dos Geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas**. RA'EGA. 2001. v.1, n.8, p.197-231, 2001.

MONTEIRO, M. G. **A restinga da Atalaia**: Uma contribuição ao estudo do litoral sergipano. 1963. 50 f. Tese do Concurso a cátedra de Geografia - Colégio Estadual de Sergipe, Aracaju, SE, 1963.

OLIVEIRA, K. E. J.; RODRIGUES, A. J. **Impactos ambientais no manguezal do bairro Treze de Julho**. I Seminário Nacional de Geoecologia e Planejamento Territorial. IV Seminário do GEOPLAN, Universidade Federal de Sergipe, 11-13abr. 2012. Disponível em: <http://anais.geoplan.net.br/trabalhos_formatados/IMPACTOS>

%20AMBIENTAIS%20NO%0MANGUEZAL%2%20BAIRRO%20TREZE%20DE%20JULHO.pdf>. Acesso em: 05 mai 2015.

PORTO, F. F. **A cidade de Aracaju 1855-1865**: Ensaio de evolução urbana. 2. ed. Aracaju: Governo de Sergipe/FUNDESC, 1991.

SANTOS, G. C. **Dinâmica da paisagem costeira da Coroa do Meio e Atalaia – Aracaju/SE**. São Cristóvão, SE: UFS, 2012, 152 p.

SANTOS, G. C. **Derivações antropogênicas e Evolução do manguezal nos bairros 13 de julho e Jardins em Aracaju-SE**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, p. 278-290, 2014. Disponível em: <www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/680>. Acesso em: 27 abr. 2015.

SILVA, M. S. **Meio ambiente**: a devastação dos manguezais em Aracaju. 2009. 74 f. TCC (graduação em Direito) - Universidade Tiradentes - UNIT, Aracaju, 2009.

ESTUDO DO CONHECIMENTO E PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO SOBRE A DEGRADAÇÃO DO RIO CATARINO NA ZONA OESTE DO RIO DE JANEIRO

Camila Camarinha

Mônica da Silva Leça

Rachel Castro de Azevedo

Arley Rodrigues do Nascimento

Ludmilla de Andrade Santos

RESUMO

A percepção ambiental pode ser definida como sendo uma tomada de consciência das problemáticas ligadas ao ambiente, que também pode ser definido pelas formas como os indivíduos veem, compreendem e se comunicam com o ambiente. A água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. O trabalho teve como finalidade fazer uma análise de conhecimento ambiental envolvendo os moradores do entorno do Rio Catarino e alunos da Universidade Castelo Branco *campus* Realengo quanto aos fatores negativos e antrópicos que causam alterações na caracterização natural do Rio Catarino. Os resultados demonstraram que a maior parte dos entrevistados tem uma visão crítica, sobre os problemas ambientais e hídricos, que o Rio Catarino veem sofrendo, o que falta realmente é uma ação coletiva da população.

Palavras-chave: Rio Catarino; Percepção ambiental; Poluição; Problemas hídricos, Problemas ambientais.

ABSTRACT

Environmental awareness can be defined as an awareness of the problems related to the environment, which can also be defined by the ways in which individuals see, understand and communicate with the environment. Fresh water is a finite natural resource, the quality has worsened due to increased population and the

lack of public policies for its preservation. The work aimed to do an environmental analysis involving the knowledge housed surrounding the Catarino River and students of the University Castelo Branco campus Realengo about negative and human factors that cause changes in the natural characteristics of the Catarino River. The results showed that most respondents have a critical view on the environmental and water problems, that Catarino River see suffering, which really missing is a collective action of the population.

Key-words: Catarino River; Environmental awareness; Pollution; Water problems; Ambientals problems.

INTRODUÇÃO

A percepção ambiental pode ser definida como sendo uma tomada de consciência das problemáticas ligadas ao ambiente, ou seja, o ato de perceber o ambiente em que se está inserido, aprendendo a proteger e a cuidar do mesmo. Também pode ser definido pelas formas como os indivíduos veem, compreendem e se comunicam com o ambiente, considerando-se as influências ideológicas de cada sociedade (VILLAR *et al.*, 2008).

Segundo Merten & Minella (2002), A água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. Estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água.

A qualidade dos ecossistemas aquáticos vem sendo alterada em diferentes escalas nas últimas décadas. Este fator vem sendo desencadeado pela complexa forma que o homem vem usando a água, os quais provocam degradação ambiental significativa e diminuição considerável na disponibilidade e qualidade da água, produzindo inúmeros problemas ao seu aproveitamento (PEREIRA, 2004).

Segundo Pereira & Freire (2005), um dos recursos naturais mais importantes que temos é a água, se não o mais, sendo assim indispensável para a geração e manutenção de todas as formas de vida em nosso planeta. O volume total de água na Terra é cerca de 1,34 bilhões de km³, mas somente 2,7% deste valor

correspondem à água doce, desta forma boa parte desta água encontra-se congelada nos polos, sendo assim aproximadamente três quartos de água doce ou ainda armazenada em depósitos subterrâneos. Os lagos, riachos, córregos e rios, são as principais fontes de água potável, representam em cerca de apenas aproximadamente 0,01% do suprimento total de água no planeta.

Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando, cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido (FREITAS *et al.*, 2001).

Com cerca de 4,5km de extensão o Rio Catarino tem as suas nascentes na serra do Bangu, localizada no bairro de Padre Miguel, com deságue no rio Marinho e pertence à macro bacia da Guanabara (LUZ *et al.*, 2003).

O Rio Catarino corta a Universidade Castelo Branco, dentro da Universidade o rio é canalizado e limpo periodicamente, não causando assim problemas. No entanto fora do *Campus* é onde ocorrem os maiores transtornos, com isso o presente trabalho teve como objetivo fazer uma análise de conhecimento ambiental envolvendo os alunos da Universidade Castelo Branco e moradores do entorno do Rio Catarino no bairro de Realengo/RJ quanto aos fatores negativos e antrópicos que causam alterações na caracterização natural do Rio Catarino e desenvolver conscientização e ideias de preservação dos recursos hídricos, na população.

IMAGENS

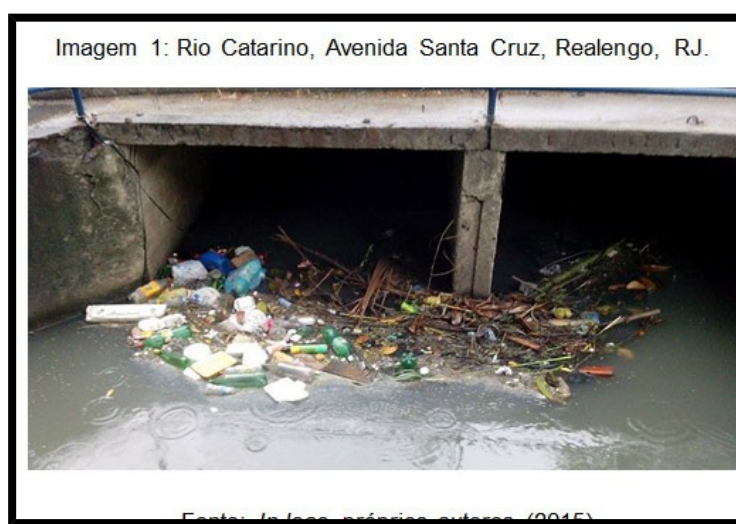


Imagem 2: Lixo retirado do Rio Catarino, Avenida Santa Cruz, Realengo.



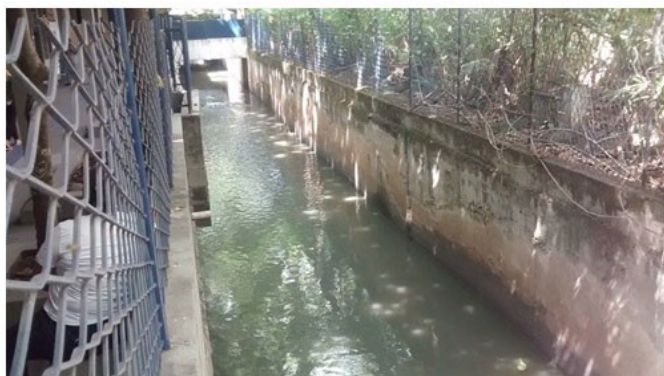
Fonte: *In loco*, próprios autores (2016).

Imagem 3: Rio Catarino, Avenida Santa Cruz, Realengo, RJ



Fonte: *In loco*, próprios autores (2015).

Imagem 4: Rio Catarino, UCB, Bloco G1.



Fonte: *In loco*, próprios autores (2015)

METODOLOGIA

Para realização da pesquisa, 100 pessoas foram abordadas sendo escolhida a população de alunos que estudam na Universidade Castelo Branco/RJ e moradores da Zona Oeste acima de 18 anos entre mulheres e homens. Dos 100 questionários aplicados, 50 foram sorteados aleatoriamente seguindo os princípios de Spiegel *et al.*, (2004), para compor a pesquisa e enumerados, sendo 25 respondidos por homens e 25 por mulheres. Estas pessoas responderam a um questionário, contendo cabeçalho (idade e sexo) e seis perguntas, sendo três semiabertas, duas fechadas e uma aberta. A pesquisa ocorreu no mês de abril de 2015.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 50 sorteados para basear a pesquisa, 90% relataram saber a importância dos recursos hídricos, 8% relataram não saber e 2% alegaram não saber responder a esta pergunta (gráfico 1).

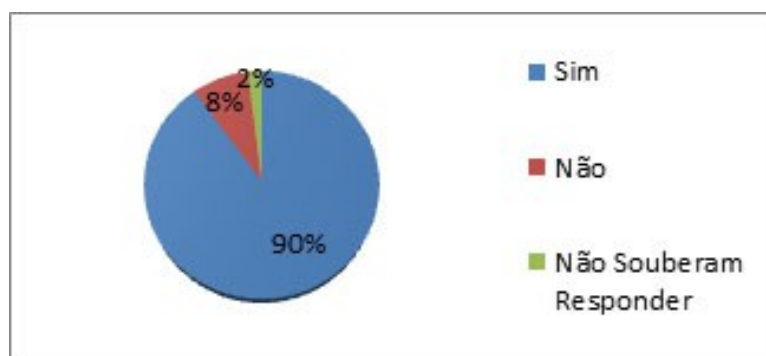


Gráfico 1: Amostra do reconhecimento da importância de recursos hídricos.

O fato observado no gráfico acima, de que a maioria dos entrevistados sabe a importância dos recursos hídricos pode está vinculada a uma pesquisa realizada por Barros & Amin (2008), que descreve que a população começou a tomar consciência sobre a importância dos recursos hídricos quando teve a constatação de que o excesso de uso dos recursos naturais pode levá-los à exaustão desta forma fazendo a humanidade reconhecer sua importância para a economia e a necessidade de mudanças.

Na questão na qual foi questionado se as pessoas conheciam o Rio Catarino (gráfico 2).

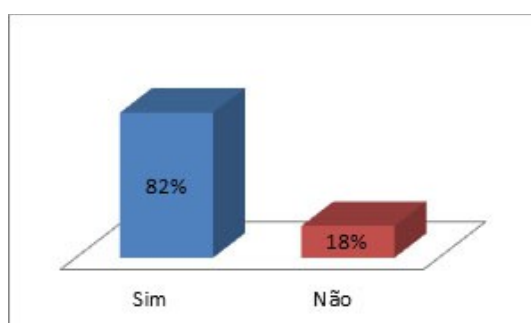


Gráfico 2: Amostra do conhecimento sobre a existência o Rio Catarino.

A maioria (82%) respondeu positivamente e 18% responderam negativamente, algumas pessoas ainda mesmo sabendo sobre o Rio, relataram

acreditar que na verdade ele era denominado “Catarina” e não Catarino.

Segundo Passos (2007), Esquecimentos de nomes, confusões, palavras estrangeiras, impressões, recordações, erros de leitura e escritura, atos sintomáticos e acidentais. Configuram estudos baseados em sua *vivência* e trabalho cotidiano.

Dos entrevistados, sobre a vivencia de problemas causados pelo Rio Catarino, 54% responderam negativamente, e 46% responderam positivamente (gráfico 3).

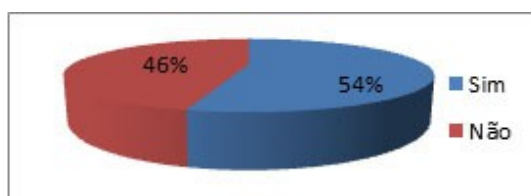


Gráfico 3: Vivência de algum problema causado pelo Rio Catarino.

Havia três opções de problemas, para serem relatadas, enchente, contaminação, erosão e uma opção aberta para ser descrita. Dos 46% que responderam positivamente a alguma vivencia de problema ocasionado pelo Rio Catarino, 40% marcaram, apenas a opção enchente, 2% marcaram apenas a opção contaminação, 4% marcaram enchente e contaminação, e nenhum dos entrevistados marcou a opção erosão, e ainda em outros problemas, foi relatado, mau cheiro, impossibilidade de transitar por causa da cheia do Rio, poluição e perda de assessorios.

Segundo Tucci (2008), os principais problemas relacionados com a infraestrutura e a urbanização nos países em desenvolvimento, são deficiência no sistema de transporte, falta de abastecimento e saneamento, ar, água poluída e enchentes. Essas condições ambientais inadequadas reduzem condições de saúde, qualidade de vida da população, provocam impactos ambientais, e são as principais limitações ao seu desenvolvimento.

Quando questionado se algum dos entrevistados conhecia algum projeto de limpeza ou de despoluição criado para o Rio catarino, do total de entrevistados 98%

relatam desconhecer algum projeto, no entanto 2% relataram conhecer um projeto denominado, Guardião dos Rios (gráfico 4).

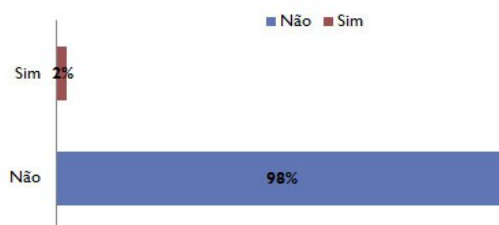


Gráfico 4: Amostra do conhecimento de projetos de despoluição do Rio Catarino.

Foi pesquisado sobre tal projeto e segundo Lucas & Cunha (2007), o projeto Guardiões dos Rios consiste na identificação de rios em estado de degradação, que estão poluídos pelo acúmulo de lixo e que tem em seu entorno construções irregulares, e na organização e capacitação de grupos para limpeza manual e monitoramento destes rios e de suas faixas marginais de proteção, este programa foi implantado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro.

Foi questionado aos entrevistados se eles acreditavam que poderiam fazer algo para ajudar na despoluição do Rio Catarino, foram propostas três opções, “Não jogar lixo no rio”, “Ajudar na limpeza” e a opção “Nada” e ainda uma opção aberta, indagando qual outra maneira (tabela 1).

Opções	Frequência	%
Apenas Não Jogar Lixo No Rio	33	66%
Apenas Ajudar na Limpeza	2	4%
Nada	5	10%
Não Jogar Lixo No Rio e Ajudar na Limpeza	4	8%
Não Jogar Lixo No Rio e Ajudar na Limpeza e de outras formas	2	4%
De outras maneiras	4	8%
Total	50	100%

Tabela1: Possibilidade de ajudar na despoluição do Rio Catarino.

Do total de entrevistados, 12% relataram poder ajudar na despoluição do rio de outras maneiras, afirmaram que conscientizando a população para conservar o rio, evitando a poluição da nascente, educando a população, avisando os órgãos de competência para realizarem o trabalho de dragagem, desenvolvendo projetos sociais para evitar maiores problemas, e assim adquirindo mão de obra das pessoas para limpar o rio.

Segundo o estudo realizado por Bertoni & Mattiazzi (1999), em um futuro próximo, o tratamento de esgotos deverá tornar-se uma prática rotineira no nosso País, em virtude da crescente pressão da sociedade pela despoluição dos rios e das previsões de escassez de água. Como é demonstrado neste trabalho grande parte das pessoas participantes da pesquisa (90%) sabem da importância dos recursos hídricos e querem a despoluição do Rio Catarino.

Foi transcorrida uma pergunta aberta, questionando aos entrevistados se acreditavam que o Rio Catarino poderia voltar a ser um rio de águas limpas e porque de sua afirmação (tabela 2).

Respostas	Frequencia	%
Acreditam que sim	25	50%
Acreditam que não	17	34%
Talvez	6	12%
Não respondeu	1	2%
Não soube responder	1	2%
Total	50	100%

Tabela 2: Possibilidade de o Rio Catarino voltar a ser um rio de águas limpas.

Dos 12% que relataram talvez, expuseram que se a população possuir conscientização sobre não jogar lixo no rio, se o governo fizer sua parte, o rio poderia voltar a ser limpo e também foi citado que isso demoraria muito tempo, pois o tratamento de um rio é complicado e caro e as pessoas não ajudam, porém é possível, o rio teria a chance de voltar a ser um rio com águas limpas.

Dos 34% entrevistados que responderam negativamente, o relato foi que as pessoas tendem a não ter consciência e sempre irão poluir o rio, afirmaram que as

peças são mal educadas e sempre haverá um que irá poluir, e que o governo não faz sua parte, outros relatam que o rio já está muito poluído e não há mais como reverter à poluição, que ele poderia ser um rio com águas tratadas, porém não limpas novamente.

E dos 50% que responderam positivamente, que o rio poderia voltar a ser um rio com águas limpas novamente, relataram que o governo deveria fazer algo, como tratamento de esgoto, dragagem etc. E também foi relatado que deveria ter algum programa de conscientização da população para não jogar lixo no rio, foi sugerido por muitos uma junção governo-população, para melhorar as condições do rio, com as pessoas não poluindo e o governo limpando o que já foi poluído. Uma justificativa interessante foi sugerida por um dos entrevistados, descrita a seguir:

“Sim, se as pessoas tiverem consciência de que o rio não é lixeira. ”

Segundo Carvalho e Kaviski (2009), uma maneira de restaurar a qualidade das águas é fazer uso de medidas de despoluição hídrica (MDH). Essas medidas podem ser estruturais, representadas por obras civis, ou de gestão, não estruturais, representadas, basicamente, por investimentos em educação e fiscalização. A aplicação das medidas pode trazer benefícios, em termos de despoluição, a um certo custo. Assim, os recursos financeiros devem ser utilizados da melhor forma possível, atendendo a critérios previamente especificados, de modo a se obter o máximo de benefícios, representados por uma remoção eficaz de poluentes.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos verificou-se que a maioria dos entrevistados (90%) sabem a importância dos rios para a população em geral. Por meio do questionário aplicado, puderam-se criar ideias de conscientização e de preservação dos recursos hídricos. Os entrevistados demonstraram ideias para a preservação do Rio Catarino e perceberam a sua importância para a população, pois rios são fontes potáveis de água quando não estão poluídos.

As pessoas ainda foram questionadas sobre como poderiam ajudar na despoluição do rio, e responderem de várias formas positivas. O trabalho criou uma forma de conscientização, demonstrando a importância de rios e estimulando atitudes de preservação nas pessoas. Foi observado que as pessoas compreendem que a poluição antrópica é um fator negativo que afeta a caracterização natural do Rio Catarino, pois diversos entrevistados apresentaram ideias de ajudar na despoluição do mesmo, no entanto alguns ainda tendem a não se importarem pelo rio, e não ajudarem em nada para sua despoluição, mesmo grande parte dessas pessoas sabendo a importância de um rio para os seres humanos. Como descrito na introdução, os recursos hídricos estão no fim, e no futuro a água potável será escassa, e rios principalmente, são a maior fonte de água doce que o planeta possui.

REFERÊNCIAS

- BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. V. 4, n. 1, p. 75-108. 2008.
- BERTONCINI, E. I.; M. E. MATTIAZZO, M. E. **Lixiviação de metais pesados em solos tratados com lodo de esgoto**. R. Bras. Ci. Solo, 23: 737-744. 1999.
- CARVALHO, C. R.; KAVISKI, E. **Modelo de Auxílio à Tomada de Decisões em Processos de Despoluição de Bacias Hidrográficas**. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V. 14, n. 4, p. 17 - 27. 2009.
- FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio**. Cad. Saúde Pública, 17 (3): 651 - 660. 2001.
- LUCAS, L. M.; CUNHA, S. B. **Rede de drenagem urbana em área tropical: Mudanças na morfologia do canal e níveis de poluição das águas – Rio dos Macacos – Rio de Janeiro – RJ**. GEOUSP - Espaço e Tempo. V. 2, n. 22, p. 39 – 64. 2007.
- LUZ, A. L. C.; COSTA, L. M.; VIEIRA, F. D.; FONTENELLE, E. **Valorização Dos Recursos Hídricos Através Do Reconhecimento Dos Rios Urbanos**. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Santa Catarina. 2003.
- MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.. V. 3, n. 4, p. 33 – 38. 2002.
- PASSOS, C. R. P. **A idade do serrote: Esquecimentos, lapsos e enganos**. Literatura

e Sociedade. V.2, n. 10, p. 36 - 45. 2007.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**. V.1, n.1, p. 20 - 36. 2004.


PEREIRA, W, S.; FREIRE, R. S. **Ferro Zero**: Uma nova abordagem para o tratamento de águas contaminadas com compostos orgânicos poluentes. *Quim. Nova*. V. 28, n.1, p. 130-136. 2005.

SPIEGEL, R. M. L.; SCHILLER, J. R.; SRINIVASAN, R. A. **Teoria E Prob. Probabilidade e Estatística**. Bookman Companhia. 398 p. 2004.

TUCCI, C. E. M. **Desenvolvimento urbano**: Estrutura urbana. Estudos avançados. 22 (63): 97 – 112. 2008.

VILLAR, L. M.; ALMEIDA, A. J.; LIMA, M. C. A.; ALMEIDA, J. L.V.; SOUZA, L. F. B.; PAULA, V. S. **A percepção ambiental entre os habitantes da região noroeste do Estado do Rio de Janeiro**. *Esc. Anna Nery Rev. Enferm.* 12 (3): 285 - 90. 2008.

ANEXO I – QUESTIONÁRIO

<div data-bbox="231 369 391 504">  </div> <div data-bbox="414 369 782 504"> <p>ESTUDO DO CONHECIMENTO E PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO SOBRE A DEGRADAÇÃO DO RIO CATARINO NA ZONA OESTE DO RIO DE JANEIRO</p> </div> <p>Idade: _____ Sexo: Fem. () Masc. ()</p> <p>1) Você sabe a importância de recursos hídricos para o meio urbano? Sim () Não () Não sei responder ()</p> <p>2) Você conhece o Rio Catarino? (Se não conhecer, explicaremos). Sim () Não ()</p> <p>3) Você já vivenciou algum problema causado pelo Rio Catarino? Sim () Não ()</p> <p>Se sim, qual?</p> <p>Enchente () Erosão () Contaminação ()</p> <p>Outro? Qual?</p> <p>_____</p>	<p>4) Você conhece algum projeto de limpeza ou despoluição do Rio Catarino?</p> <p>Sim () Não ()</p> <p>Se a resposta foi sim, qual?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>5) O que você acredita que possa fazer para ajudar na despoluição do Rio Catarino?</p> <p>Não jogar lixo no rio () Ajudar na limpeza () Nada ()</p> <p>Outra maneira, qual?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>6) Você pensa que o Rio Catarino pode voltar a ser um rio com águas limpas? Justifique:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---	--

MEIO AMBIENTE E OS IMPACTOS CAUSADOS PELO NECROCHORUME

Sandra Regina de Siqueira
Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

RESUMO

O necrochorume corresponde a um líquido viscoso mais denso que a água ($1,23 \text{ g/cm}^3$), rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, elevada DBO (Demanda Biológica de Oxigênio), de coloração castanho acinzentado, polimerizável, e grau variado de patogenicidade. O trabalho tem por objetivo relatar os impactos ambientais causados pelo Necrochorume e correlacionar esses impactos com a Saúde Pública. A metodologia utilizada neste artigo foi a de pesquisas bibliográficas, onde foram revisados artigos científicos relacionados ao tema abordado, além de artigos complementares. De acordo como o professor Alberto Pacheco, “os cemitérios são um risco potencial para o ambiente.” Logo, esse problema vem se agravar em virtude de que a maioria dos cemitérios foram construídos em lugares que apresentam valor imobiliário baixo sem quaisquer uso de estudos geotécnicos prévios. O necrochorume pode alcançar as águas subterrâneas e estas vindas a serem captadas por poços feitos pela população que residem ao entorno dos cemitérios, estas estarão sujeitas a vários riscos de saúde. Os humanos não podem sobreviver mais do que poucos dias sem ela, e a qualidade desta é importante para que seja garantida a manutenção da saúde humana. Em decorrência da crise hídrica que se mostra inevitável e diante dos cuidados que são necessários para preservação da saúde pública e do meio ambiente, novas formas de tratamento do necrochorume precisam ser adotadas sendo necessário licenciar, fiscalizar e gerenciar as atividades cemiteriais.

PALAVRAS-CHAVE: Necrochorume, Contaminação das Águas, Saúde.

INTRODUÇÃO

O necrochorume é considerado um grande fator de contaminação ambiental e veículo carreador de diversos microrganismos patógenos. Estes contaminam as

águas superficiais e subterrâneas, além da contaminação do solo e da atmosfera. Para mudar essa realidade é necessária uma adequação dos cemitérios a legislação vigente bem como uma fiscalização mais rígida do poder público.

A palavra cemitério, originária do grego *koumeterian* e do latim *coemeterium*, significa dormitório, lugar onde se dorme recinto onde se enterram ou se guardam os mortos e tem como sinônimos as palavras necrópole, carneiro, sepulcrário, campo-santo, cidade dos pés juntos e última moradia (CAMPOS, 2007).

Após o óbito o corpo humano se transforma, constituindo um ecossistema de populações formado, sobretudo, por artrópodes, bactérias, microorganismos patogênicos e destruidores de matéria orgânica. A transformação do corpo humano e a sua decomposição ocorridas em lugares onde não há estudos hidrogeológicos e infraestrutura adequada pode vir a causar significativos impactos físicos sobre o ambiente, sobretudo a contaminação das águas superficiais e subterrâneas por micro-organismos que se proliferam ao se decomporem os corpos. (BACIGALUPO, 2012).

O necrochorume corresponde a um líquido viscoso mais denso que a água ($1,23 \text{ g/cm}^3$), rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, elevada DBO (Demanda Biológica de Oxigênio), de coloração castanho acinzentado, polimerizável, e grau variado de patogenicidade (SILVA, 1998; MATOS, 2001)

A constituição do necrochorume é importante de ser conhecida para prever seu comportamento no solo e na água subterrânea. Não apenas contamina o ambiente com microorganismos patogênicos que podem alcançar o ser humano, como também insere compostos atípicos ao meio em que percolou. Em outras palavras, uma carga grande de materiais orgânicos e outros compostos presentes no corpo humano alcança o meio que não está preparado para receber isto, podendo sofrer danos irreparáveis (WHO, 1998).

A interação dos cadáveres com o meio geológico, os processos de putrefação e decomposição dos corpos, os processos transformativos que chegam a um estado de mineralização das partes orgânicas, a atuação de microrganismos, a ocorrência de poluição e contaminação do solo e das águas subterrâneas pelos efluentes cadavéricos são os fatores potencialmente poluidores (PACHECO *et al.*, 1993; SILVA, 1995; CETESB, 1999).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo relatar os impactos ambientais causados pelo Necrochorume e correlacionar esses impactos com a Saúde Pública.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste artigo foi a de pesquisas bibliográficas, onde foram revisados artigos científicos relacionados ao tema abordado, além de artigos complementares.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

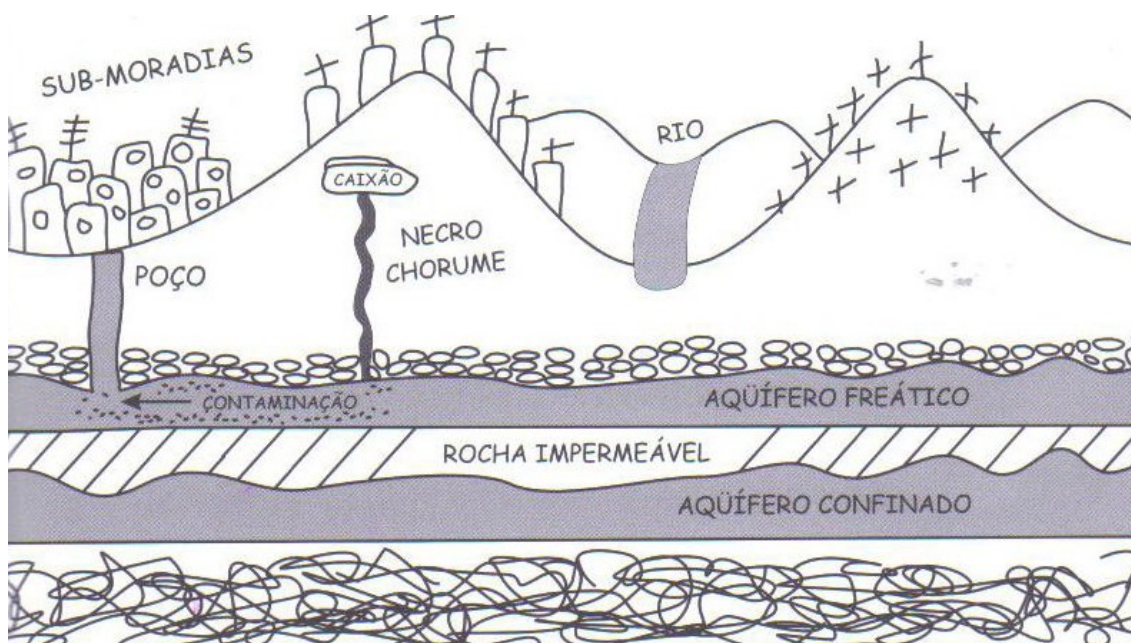
Durante a Idade Média, instaurou-se o costume de sepultar os mortos em Igrejas e imediações, desenvolvendo-se dessa forma uma relação de aproximação entre vivos e mortos. Esses fatos fizeram aumentar significativamente a incidência de epidemias como tifo, peste negra entre outras, o que levou a população desses locais a desenvolverem uma atitude hostil à proximidade com os mortos. Nessa época o processo de sepultamento predominante era por inumação, processo simplificado de sepultamento com apenas recobrimento de solo em profundidades que variavam de 1 a 2 m. A partir do século XVIII que a palavra cemitério começou a ter o sentido atual, quando, por razões de saúde pública, se proibiu o sepultamento nos locais habituais. Desde então, tornou-se costume os sepultamentos ao ar livre, o mais longe possível do perímetro urbano. Os cemitérios que no passado estavam distantes da população, atualmente, acham-se no meio das cidades devido à urbanização acelerada e desordenada pelas quais estas passaram (SILVA & MALAGUTTI FILHO, 2008).

A prática de enterrar corpos, embora de longas datas, torna-se cada vez mais relevante ao se levar em consideração às formas de organização de sociedades, o crescimento populacional e a construção quantitativamente maior de necrópoles por onde passam lençóis freáticos, rios e solos úteis para atender a crescente demanda.

Neste sentido, não é incomum observar em países como o Brasil o crescimento desorganizado das cidades, impondo construir cemitérios em determinados terrenos sem levar em consideração os impactos ambientais e os transtornos oriundos de locais passíveis de enchentes (RAMOS, 2011).

A contaminação por materiais originados das atividades cemiteriais podem ocorrer, segundo Migliorini (1994) “Por causa da existência de artrópodes”, Microrganismos patogênicos e destruidores de matéria orgânica, bactérias, vírus e substâncias químicas liberadas. O necrochorume é a principal fonte de poluição ambiental gerada em consequência da putrefação dos cadáveres e tem uma composição mais densa do que a água é quando atinge o aquífero subterrâneo isso faz com que o necrochorume migre para parte mais inferior até atingir a camada mais impermeável. A partir daí, parte dele pode seguir o fluxo da água ou pode escoar por gravidade sobre o substrato impermeável do aquífero (FIGURA 1).

Figura 1: Esquema de contaminação do aquífero freático pelo necrochorum

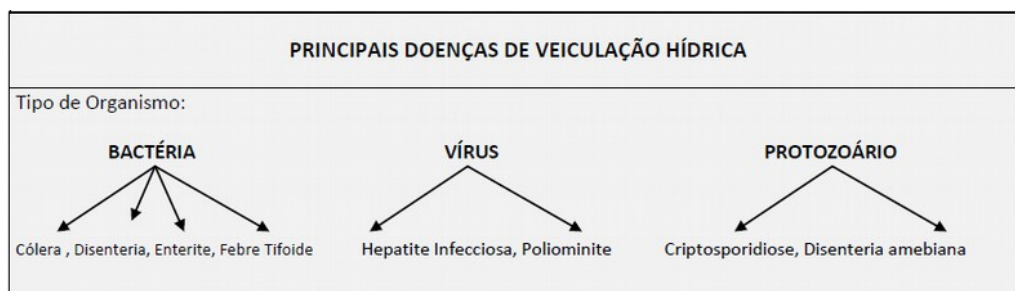


Fonte: FELICIONE *et al.*, 2007

De acordo com Pacheco (2007) “pessoas que morrem de doenças

infectocontagiosas, para além de outros microrganismos, podem estar presentes no necrochorume os patogênicos, com bactérias e vírus, agentes transmissores de doenças responsáveis pela causa mortis” (FIGURA 2).

Figura 2: A composição do necrochorume



Fonte: Bacigalupo, 2012

De acordo como o professor Alberto Pacheco, “os cemitérios são um risco potencial para o ambiente.” Logo, esse problema vem se agravar em virtude de que a maioria dos cemitérios foram construídos em lugares que apresentam valor imobiliário baixo sem quaisquer uso de estudos geotécnicos prévios. O não estudo das condições geológicas e hidrogeológicas podem vir ainda mais a contribuir para a exposição da população residente nas proximidades das necrópoles aos riscos provenientes da atividade cemiterial. Podendo o necrochorume alcançar as águas subterrâneas e estas vindas a serem captadas por poços feitos pela população que residem ao entorno dos cemitérios, estas estarão sujeitas a vários riscos de saúde. A água é vital para toda a vida existente no planeta. Os humanos não podem sobreviver mais do que poucos dias sem ela, e a qualidade desta é importante para que seja garantida a manutenção da saúde humana (BACIGALUPO, 2012).

Novas tecnologias vêm sendo adotadas como recurso para solução destes problemas como, a Manta Absorvente de Necrochorume fabricada com um plástico resistente e que possui uma camada de celulose e um pó que em contato com líquido se transforma em um gel. Nas bordas tem um fio de náilon que na ocasião da exumação é puxado transformando a manta num saco de ossos. Outra solução é

que os cemitérios tenham estações de tratamento para o necrochorume. Com o tratamento, todo o líquido é encaminhado para um sistema de drenagem devidamente projetado para evitar contaminação do solo, e desta drenagem segue até as unidades de tratamento que removem as cargas orgânicas mais tóxicas e lança no corpo hídrico um efluente menos impactante ao meio ambiente, os benefícios do tratamento são diversos, mas principalmente a proteção e a manutenção da qualidade de nosso meio ambiente e a proteção à saúde da população (RODRIGUES, 2010).

A utilização de pastilhas que minimizem os impactos ambientais gerados pela decomposição de corpos, contendo bactérias selecionadas que possuem alta capacidade de digerir matéria orgânica em forma de esporos e ativadas a medida que entram em contato com necrochorume e que transformam compostos orgânicos de difícil metabolização, (gorduras, óleos, graxas e lipídeos), em dióxido de carbono e água pode também ser uma solução viável para este problema. As leis que regem o trabalho cemiterial no Brasil são as do CONAMA nº 335 com as alterações dispostas na resolução CONAMA nº 368 que estabelecem algumas exigências na elaboração dos projetos de implantação, dispostas em três fases como forma de garantir a decomposição normal do cadáver e proteger as águas subterrâneas da infiltração do necrochorume. Mas o que acontece de fato é que não são feitas fiscalizações para construção de novos cemitérios, nem para adequação dos cemitérios antigos com isso o que acontece de fato é que em sua grande maioria os cemitérios são grandes fontes poluidoras, que ocorre em virtude do solo vulnerável em decorrência da falta de um estudo geológico correto.

CONCLUSÃO

Em decorrência da crise hídrica que se mostra inevitável e diante dos cuidados que são necessários para preservação da saúde pública e do meio ambiente, novas formas de tratamento do necrochorume precisam ser adotadas sendo necessário licenciar, fiscalizar e gerenciar as atividades cemiteriais. A implantação de cemitérios deve ser realizada de forma criteriosa para garantir a

manutenção da qualidade ambiental, bem como a adequação dos cemitérios já existentes a legislação vigente e as novas tecnologias. Sendo necessário mais rigor na escolha dos locais de implantação e dos métodos de construção de cemitérios, bem como estudos geológicos e sanitários das áreas onde serão implantados. É de extrema relevância a verificação das possibilidades de contaminação do solo e das águas subterrâneas, para a minimização dos impactos ambientais gerados pela decomposição do corpo, gerando maior qualidade de vida para os seres vivos.

REFERÊNCIAS

BACIGALUPO, R. Cemitérios: Fontes Potenciais de Impactos Ambientais. **Rev. História, natureza e espaço**. V. 1 N. 1 pág: 1-8. 2012.

CAMPOS, A. P. S. **Avaliação do Potencial de Poluição dos Solos e nas Águas Subterrâneas Decorrente da Atividade Cemiterial**. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo. 2007.

CETESB Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental. Implantação de Cemitérios. **Norma Técnica LI. 040**. CETESB; São Paulo. 1999.

FELICIONE, F.; ANDRADE, F. A. & BORTOLOZZO, N. **A ameaça dos mortos: cemitérios põem em risco a qualidade das águas subterrâneas**. São Paulo. 2007.

MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismo no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. Tese de Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MIGLIORINI, R. B. **Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos. Estudo do cemitério vila formosa na bacia sedimentar de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Instituto de geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1994.

PACHECO, C. E. M.; MARINHOS, L. W.; STRACERI, L. Y. A.; SHATKOVSKYM; IRIYA, A. S.; COLUCCI, R. & KINOSHITA, R. K. **Programa de minimização da contaminação das águas subterrâneas causados por cemitérios**. Trabalho do curso de especialização, Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo. 1993.

PACHECO, A. **Os cemitérios e o ambiente**. 2007. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler&id=23638>>.

Acesso em: 29 mai 2015.

RAMOS, L. G. O. A questão do necrochorume em Sergipe. **Revista Jus. Navigandi**, ano **16**, n. 3085. Teresina. 2011. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/20617>>. Acesso em: jun 2015.

RODRIGUES, M. R. M. **O perigo do Necrochorume**. Portal Fator Brasil. 2010. Disponível em: <http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=138378> Acesso em: 29 mai. 2015.

SILVA, L. M. Os cemitérios na problemática ambiental. In: **I Seminário Nacional “Cemitérios e Meio Ambiente”**. SINCESP & ACEMBRA. São Paulo. 1995.

SILVA, L. M. **Cemitérios**: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres. In: **Congresso Latino Americano de Hidrologia Subterrânea**, Memórias. Montevideo: ALHSUD. v. **2**, p. 667-681. Montevideo. 1998.

SILVA, R. W. C. & MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 9, p. 26-35, Cubatão. 2008.

WHO; World Health Organization; Regional office for Europe; **The impact of cemeteries’ on enviroment and public health**. 1998. Disponível em: <<http://www.who.dk>. > Acesso em: 29 mai 2015.

ESTUDO SOBRE O INSTRUMENTO DE OUTORGA DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS E OS MÚLTIPLOS USOS DA ÁGUA ATRAVÉS DA SUA REGULARIZAÇÃO.

Maria das Graças da Silva Correia

Clara Dourado Fernandes

Manuella Pitangueira Badaró

Juliana Marçal de Oliveira

Lilianny Barbosa Nascimento

RESUMO

Sendo a outorga um instrumento de gestão de recursos hídricos que visa a autorizar o usufruto da água para as suas diversas atividades ou para seu desvio, todos que desejam utilizar este recurso devem solicitá-la. Já era prevista no Código de Águas, mas assumiu uma nova forma de ser aplicada, não sendo apenas um ato de caráter administrativo, mas também um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos com o intuito de preservar e proteger estes recursos. Diante disto, este estudo teve como objetivo realizar uma análise crítica do processo de outorga de direitos de uso de recursos hídricos no Brasil. Foi utilizada a Pesquisa Bibliográfica dentro das normas e procedimentos oficializados. Sua escolha foi devido a possibilidade de concretização do pensamento crítico, reflexivo, sistemático e analítico. Um dos problemas encontrados é que nem todos que se utilizam dos recursos hídricos possuem outorga. Além do que os órgãos outorgantes acabam tendo muitas dificuldades na análise dos pedidos de outorgas, pois não receberam o respaldo do Plano de bacia. Portanto, as emissões das outorgas ocorreram e ocorrem sem obediência do disposto no art.13, da Lei nº 9.433/97110. Desta forma, administrar o recurso se torna difícil e assim, enquanto não se resolvem estas questões, este vai sendo utilizado e degradado pela falta de subsídios para aplicação da legislação vigente.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos hídricos; Outorga; panorama histórico; dificuldades na avaliação, degradação.

ABSTRACT

Being the accord a water resources management management tool which aims to allow the enjoyment of water for its various activities or diversion, anyone wishing to use this feature must request it. It was provided for in the Water Code, but has taken on a new way to apply and is not just an act of administrative, but also an instrument of the National Water Resources Policy in order to preserve and protect these resources. In view of this, this study aimed to conduct a review of the use rights grant process of water resources in Brazil. It used the Library Research within the rules and formalized procedures. His choice was due to the possibility of achieving the critical, reflective, systematic thinking and analítico. Um of the problems encountered is that not all who use water resources have granted. In addition to the grantors organs end up having a lot of difficulties in the assessment of applications for grants, pois não received the backing of the basin plan. Therefore, emissions of the grants occurred and occur without obedience to the provisions of art.13 of Law 9.433 / 97110. Thus, managing the resource becomes difficult and so, while not resolve these issues, this is being used and degraded by the lack of grants for implementation of existing legislation.

KEY-WORDS: Water resources; grant; historical overview ; difficulties in assessing , degradation.

1- INTRODUÇÃO

A escassez hídrica vem sendo um dos problemas mais enfatizados que a população mundial vem enfrentando. Com o aumento populacional, está cada vez mais difícil atender a demanda de água potável, sendo o principal desafio, gerir este recurso, evitando sua escassez. Assim, a outorga de recursos hídricos vem a ser o principal veículo para o uso adequado e consciente de um bem tão precioso, salientando a finalidade, quantidade e o tempo que irá utilizar o recurso, como parâmetro analítico para a autorização da gestão de qualquer corpo hídrico.

Desde 1994 a legislação que se refere à outorga está implantada no Brasil através do departamento de Recursos Hídricos. Atualmente a construção de empreendimentos hidrelétricos no Brasil, é marcada pela burocracia

administrativa, tanto pela necessidade de uma outorga de direito de uso dos recursos hídricos, quanto pela imprescindível presença do licenciamento ambiental.

A outorga é um ato administrativo na qual o Poder Público em termos e condições adequadas concede, por prazo determinado, o uso dos recursos hídricos. A outorga objetiva-se em assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água, e também garante o direito do seu usuário a utilizá-la, de acordo com determinadas condições, que dependem da capacidade do manancial e da quantidade demandada pelo conjunto de todos os usuários. A questão é se essas condições são respeitadas para que sejam mantidas as particularidades e a conservação deste recurso natural.

Desde o século passado, o homem percebeu que a água é um bem que deve ser administrado por ele, afim de que se mantenha sua qualidade e quantidade na sua bacia ou em algum corpo d'água. Fazer o uso sustentável da água significa que se deve utilizá-la para suas diversas finalidades, mas com o cuidado de que se mantenha sua qualidade, no que tange à sua potabilidade e a sua quantidade, pensando principalmente no seu uso futuro e nas seguintes gerações que a utilizarão. É um desafio atender à crescente demanda de água, e, ao mesmo tempo, preservar este recurso que tende à escassez.

Por isso a legislação e as políticas que visam à proteção e a administração da água vêm sendo aplicadas desde o século passado, e passaram por uma série de aprimoramentos e modificações. O primeiro de todos foi o Decreto 24.643 de 1934 que aprovou o Código de Águas, seguidos da constituição federal de 1988, a Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433/97, as legislações de gestão de água dos estados e a criação da Agência Nacional de Águas- ANA.(SOUZA et al, 2010).

Segundo Souza et al (2010) Lei nº 9.433/97 estabeleceu princípios de valorização dos recursos hídricos e a sua gestão, tendo como instrumentos: Planos de recursos hídricos; Outorga de direito de usos das águas; Cobrança pelo uso da água; Enquadramento dos corpos d'água e Sistemas de informações sobre recursos hídricos.

A administração das águas no Brasil passou por uma intensa mudança administrativa, legislativa e institucional ao longo da história. No período entre 1933 á 1968 a administração hídrica brasileira passou do Ministério da Agricultura para a

DANAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, Decreto n.º 63.951/68) que criou o instrumento da outorga em três níveis: federal, estadual e municipal. As instituições criadas desde 1934 tinham competência para emissão de outorgas das águas de domínio da União e para todas as finalidades.

A partir de 1984, com a regulamentação da Lei de Irrigação (Lei n.º 6.662/79) o DNAEE perdeu a competência para emitir outorga para fins de irrigação. Essa passou a ser do então Ministério da Irrigação. Do ponto de vista da gestão dos recursos hídricos, incorreu-se em um erro: dar a competência para emitir outorgas sobre as mesmas águas, para finalidades diferentes, a dois órgãos distintos. Agravou-se o problema com o fato de ambos os órgãos serem, ainda, setores usuários da água (setor elétrico e setor agrícola), o que pressupõe tendenciosidade natural na análise dos pedidos de outorga.

Em 1995 foi criada a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente – SRH/MMA (Medida Provisória n.º 813, de 01/01/95); no ano seguinte surgiu a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (Lei n.º 9.427, de 26/12/96); No final de 1997, agora com a existência da SRH/MMA e da ANEEL, quase 14 anos depois foi possível reparar o erro mencionado anteriormente. A emissão das outorgas para todas as finalidades, exceto para o aproveitamento do potencial hidráulico para a geração de energia elétrica, passou a ser, na prática, de competência da SRH/MMA.

Dessa forma, voltou-se a ter um único órgão para gerenciar as águas de domínio da União e sem o risco de tendenciosidade, dado a neutralidade que representa o Ministério do Meio Ambiente. Em 1997 também surgiu o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, previsto na Lei n.º 9.433/97 e instituído pelo Decreto n.º 2.612, de 03/06/98, para três anos depois, finalmente surgiu a Agência Nacional de Águas – ANA (Lei n.º 9.984, de 18/07/2000). Com sua criação diversas atribuições da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente passaram para essa Agência, dentre elas a competência para emitir outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União.

A ANA, criada em 2000, tem como dever implantar o sistema nacional de recursos hídricos além de participar na execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, que é a Lei nº 9.433/97, principalmente também na participação da

execução da outorga de recursos hídricos. É o órgão responsável pela análise dos pedidos e emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos em corpos hídricos de domínio da União,

A outorga de recursos hídricos, já era prevista no Código de Águas, mas assumiu uma nova forma de ser aplicada, não sendo apenas um ato de caráter administrativo, como também um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos com o intuito de preservar e proteger estes recursos. (SOUSA et al, 2006).

Diante dos fatos expostos, o presente estudo teve como objetivo realizar uma análise crítica do processo de outorga de direitos de uso de recursos hídricos no Brasil.

2- METODOLOGIA

Foi utilizada a Pesquisa Bibliográfica dentro das normas e procedimentos oficializados. Sua escolha foi devido à possibilidade de concretização do pensamento crítico, reflexivo, sistemático e analítico (RODIGUES, 2011).

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sendo a outorga um instrumento de gestão de recursos hídricos que visa autorizar o usufruto da água para as suas diversas atividades ou para seu desvio, todos que desejam utilizar este recurso devem solicitá-la.

Segundo SOUZA et al (2006, p.8):

Consoante a Política Nacional de Recursos Hídricos, dependem a outorga pelo poder público a derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; a extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; o lançamento em corpo de água de esgotos e

demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; o aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; e outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água. Nos termos da Lei n.º 9.433/97, a ausência de outorga nos casos supramencionados configura infração das normas de utilização de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, e o infrator ficará sujeito a advertência, multa, embargo provisório, e até embargo definitivo, sem prejuízo de outras sanções legais.

A outorga tem como objetivo acompanhar o uso do recurso hídrico incentivando o uso racional e sustentável da água, mediando conflitos decorrentes dos diferentes tipos de uso em uma determinada bacia ou corpo d'água, possibilitando que todos tenham acesso a estes. Esta não implica alienação parcial das águas, mas apenas dá o direito de uso.

A água apresenta múltiplos usos, ou seja, ela é destinada a vários objetivos, sendo que um dos papéis da Política Nacional de Recursos Hídricos é assegurar a todos os usuários deste recurso condições para o seu acesso. “No entanto quando entramos na seara de conflitos pelo uso da água ou de sua escassez, verificamos a impossibilidade de permitir acesso em condições igualitárias a todos os usuários.” (CAROLO, 2007).

Neste contexto, pode-se dividir o uso da água em uso consuntivo e uso não consuntivo. O uso da água é considerado consuntivo quando ocorre perda total ou parcial do volume total utilizado. Sendo exemplificado pelo abastecimento público, irrigação/agricultura e pecuária, indústria e mineração.

Quanto aos usos não consuntivos, Carolo (2007, p.62) afirma que sua ocorrência se dá quando “a água é apenas derivada de seu curso natural, podendo ser lançada de volta posteriormente, não havendo efetivamente um consumo deste recurso.” Sendo estes: geração de energia elétrica; pesca (aquicultura, piscicultura); navegação e recreação e turismo.

Dentre os diversos usos da água, podem ocorrer conflitos entre os usuários,

quando a demanda é maior que a oferta. De acordo com (CAROLO, 2007, p.66):

A solução dos conflitos pelo uso da água deve ser pautada pela associação de fatores como: 1) a efetiva participação da sociedade, dos usuários e do Poder Público junto aos órgãos gestores na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos; 2) a integração harmônica dos usos múltiplos na bacia hidrográfica mediante a compatibilização de conflitos de interesse de diferentes usuários; 3) a utilização dos instrumentos de gestão como apoio na solução de conflitos, e por fim; 4) a criação de ambientes institucionais adequados à resolução de conflitos, à negociação e ao preenchimento de diversas lacunas da lei.

Os conflitos recorrentes pelos múltiplos usos da água ocorrem pelo sua disponibilidade qualitativa e quantitativa, como também pela destinação de uso. A qualitativa se resume no quão poluído está aquele recurso hídrico, ou seja, há muitos poluentes dissolvidos naquele corpo d'água. E por fim os conflitos podem surgir devido à desvirtuação da destinação final a que está priorizado o uso do recurso hídrico.

NATUREZA JURIDICA

A lei nº 9.984, que criou a ANA, determinou que a outorga fosse concedida por meio de autorização. Portanto, a natureza jurídica da outorga de direito de uso da água é de ato administrativo de autorização. A discricionariedade e a precariedade são características do ato da outorga, sendo que o primeiro termo é norteado pelas prioridades de seu uso definidos no Plano de Bacia, aprovado pelo Comitê de Bacia e o segundo termo representa a possibilidade de o órgão outorgante suspender ou revogar a outorga. Algumas competências são necessárias para a expedição da outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Dentre eles que o órgão público possua competência para tanto, ou seja, é imprescindível que o

agente público tenha um poder atribuído e delimitado pela lei para desempenhas suas específicas funções. (MURAKAMI, 2012).

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos é ato ligado ao exercício de poder de polícia administrativo, que no caso são as autoridades demarcadas da União, dos Estados ou do Distrito Federal. Não poderá ter prazo maior de trinta e cinco anos, sendo permitida a sua renovação.

O artigo 15 da Lei nº 9.433/97 cita algumas hipóteses de suspensão e/ou extinção da outorga que são: i) não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga; ii) ausência de uso por três anos consecutivos; iii) necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas; iv) necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental; v) necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas; vi) necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DA OUTORGA

Para se ter a outorga é necessário o preenchimento dos formulários concedidos e documentação técnica e legal solicitada pelo órgão gestor de recurso hídrico. Com todas as condições atendidas, a documentação é encaminhada a um Setor de Protocolo para abertura do Processo Administrativo. Estando o processo com as informações completas, o mesmo é submetido a uma série de avaliações, dentre elas: avaliação técnica, jurídica e de empreendimento, com a emissão dos respectivos pareceres.

Para Silva e Monteiro (2011) a avaliação técnica analisa se a vazão que está sendo solicitada do atendimento pelo manancial é aceitável, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos dentro de determinada margem de segurança. A avaliação do empreendimento verifica se o que está sendo solicitado em termos de vazão de captação e de lançamento de efluentes, características físico-químicas e biológicas dos efluentes gerados, coincide com o tipo e com o porte do empreendimento.

A avaliação jurídica analisa a documentação enviada e a adequação do

pedido às leis de recursos hídricos. Há casos em que são feitas as vistorias técnicas ao local do pleito para verificação das informações prestadas e para avaliação da demanda potencial da região.(SILVA; MONTEIRO, 2011).

4- CONCLUSÕES

Um dos problemas encontrados é que nem todos que se utilizam dos recursos hídricos possuem outorga. O outro é que os órgãos outorgantes acabam tendo muitas dificuldades na análise dos pedidos de outorgas, pois, por um lado, não receberam o respaldo do Plano de bacia, o qual não definiu quais os seus usos prioritários, e por outro lado, os corpos hídricos não foram enquadrados em classes de usos, então a avaliação dos aspectos de qualidade acaba sendo “deixada de lado”, pois o paliativo de enquadrar os cursos d’água em classe 2, não reflete o real estado de qualidade das águas. Portanto, as emissões das outorgas ocorreram e ocorrem sem obediência do disposto no art.13, da Lei nº 9.433/97(CAROLO, 2007). Desta forma, administrar o recurso se torna difícil e assim, enquanto não se resolvem estas questões este vai sendo utilizado e degradado pela falta de subsídios para aplicação da legislação vigente.

5- REFERÊNCIAS

CAROLO, F. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**: Instrumento para o Desenvolvimento Sustentável? Estudos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Brasília: [s.n], 2007. 203 p.

MURAKAMI, R. **Empreendimentos hidrelétricos: da outorga de direito de uso dos recursos hídricos ao licenciamento ambiental**, Florianópolis, 2012. Disponível em: <<http://www.ia.adv.br/downloads/empreendimentos-Ronaldo.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2014.

RODRIGUES, A. J. et al. **Metodologia Científica**. 4. ed. rev. ampl. Aracaju: Unit, 2011. 212p.

SILVA, L. M. C.; MONTEIRO, R. A. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens**, Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo. São Paulo- SP, 2011. Disponível em:< http://sigrh.sp.gov.br/sigrh/cobranca/pdf/leitura_04.pdf>. Acesso em : 03 set. 2014.

SOUZA, E. S. et. al. **O direito de acesso à água: um estudo sobre a outorga dos recursos hídricos**. Gestão e Conhecimento, v. 2, n. 2, março/junho 2006. Disponível em: <<http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/gestaoeconhecimento.htm>> . Acesso em: 18 set. 2014.

O NÍVEL DE METAL PESADO TORNA IMPRÓPRIA PARA CONSUMO E LAZER A ÁGUA DA BARRAGEM DIONÍSIO MACHADO EM LAGARTO/SE, BRASIL.

Maria das Graças da Silva Correia

RESUMO

O presente trabalho objetivou monitorar a qualidade da água da Barragem Dionísio Machado do município de Lagarto/SE para atividades de uso doméstico e lazer tendo em vista ser utilizada em recreação de contato primário e abastecimento de casas locais e de regiões vizinhas. A metodologia constou de pesquisa de Campo que possibilitou através da técnica de observação a caracterização da área de estudo e de parâmetros estéticos e a realização de coletas de amostras para exame bacteriológico para investigar índices de coliformes fecais e verificar quantidades do Cobre por meio do método de absorção atômica. A análise bacteriológica é uma importante ferramenta para o reconhecimento da qualidade da água de consumo devido as técnicas utilizadas serem sensíveis e específicas ao agente patogênico investigado em qualquer instância, seja no alimento, no solo ou na água. A escolha pelo cobre foi devido a entre suas fontes estarem incluídos resíduos agrícolas(fertilizantes e pesticidas) e resíduos orgânicos provenientes de despejos procedentes de áreas urbanas doméstica e de indústria. E também por ser fundamental para toda a biota quando em concentrações específicas mas a longo prazo, invertebrados de água doce quando submetidos a concentrações maiores podem sofrer modificação em seu crescimento e ciclo de vida e reprodução. Apesar de ter sido identificada uma diferença acima do permitido pelo CONAMA, o exame bacteriológico não permitiu classificar sua água como imprópria devido ao número de análises. Quanto ao resultado do teor de cobre este a aponta como imprópria para atividades destinadas para águas de sua classificação.

Palavras chave: Coliformes fecais; Teor de Cobre; Água de Barragem; Lagarto/SE.

ABSTRACT

This study aimed to monitor the water quality of the dam Dionisio Machado in the city of Lagarto / SE for household and leisure activities in order to be used for primary contact recreation and supply of local homes and neighboring regions. The methodology consisted of field research made possible by observing technique to characterize the study area and aesthetic parameters and conducting sample collection for bacteriological examination to investigate fecal coliform levels and check amounts of Copper by the method atomic absorption. A bacteriological analysis is an important tool for recognizing the quality of water consumption because the techniques used are sensitive and specific to the pathogen investigated at any level, whether in food, soil or water. The choice of copper was due to go their sources are included agricultural wastes (fertilizers and pesticides) and organic waste from dumps coming from domestic urban areas and industry. Also to be fundamental to any biota when specific concentrations but long-term, freshwater invertebrates when subjected to higher concentrations may undergo change in their growth and life cycle and reproduction. Although it was identified a difference above the allowed by CONAMA, the bacteriological examination not allowed to classify its water unfit due to the number of analyzes. As the result of the copper content in points unfit for activities designed for their classification waters.

Keywords: Fecal coliforms ; Copper content ; Dam water; Lagarto/SE.

1- INTRODUÇÃO

Fala-se muito atualmente em preservação ambiental e uso dos recursos hídricos. A água está presente em grande parte das atividades do homem, sejam elas usuais ou corporais. É vital tanto nos processos biológicos como também necessária para usos diários como irrigação, geração de energia elétrica, transporte e, além disso, estimula o turismo. Oferece saúde, diversão e lazer.

Por conta dessa grande quantidade de funções dos recursos hídricos há uma necessidade da preservação de sua qualidade. É importante avaliar o grau de poluição, ou seja, se existe mancha ou sujeira causada por lixo ou dejetos. Para isto é preciso de não apenas análise sensorial e estética, mas também microscópica. A

contaminação se dá por meio de produtos químicos ou tóxicos que sejam prejudiciais ao organismo humano e de outros animais. Mas apesar desses problemas, a população sabe pouco dos processos que ocorrem nos diferentes ecossistemas.

Os recursos hídricos que são poluídos com dejetos humanos ou de animais, efluentes industriais e esgotos domésticos podem sofrer uma contaminação pontual. Este tipo por ter sua localização bem estabelecida facilita sua identificação e monitoramento. A não pontual é aquela que ocorre por meio de resíduos que são carregados para os córregos d'água através de escoamento superficial ou infiltração de águas subterrâneas, e por isso não é possível a identificação do seu grau. Um exemplo local são as lagoas na orla da praia da Atalaia, em Aracaju, que são decorrentes das águas da chuva e de lençóis freáticos. Estas ajudam a manter as águas subterrâneas, e possui uma importância ecológica, mas estão poluídas e pode prejudicar as pessoas que circundam na redondeza.

Nas últimas décadas, o aumento exacerbado da poluição dos corpos hídricos tem sido atribuída à explosão demográfica e à diversificação e quantidade das atividades humanas. Ações antrópicas, direta ou indiretamente, tem alterado as condições naturais da água, por diversos fatores: fertilizantes agrícolas, esgotos domésticos ou de fábricas e indústrias, lixo, metais pesados. O homem, de forma consciente ou não, tem interferido no ciclo da água através da introdução de diversas classes de poluentes e alterações a nível de consumos que tem se refletido em mudanças climáticas.

Em 1993, Grossi (apud OLIVEIRA, 2007) já classificava os metais em relação à toxicidade em três grupos distintos: no primeiro foram incluídos os pouco tóxicos, que na maioria são tidos como micronutrientes, mas quando em concentrações elevadas são tóxicos, são eles o alumínio, cobalto, cobre, manganês, molibdênio, selênio, vanádio, zinco e estanho; o segundo foi formado por metais que apresentam probabilidade de riscos de câncer, que são o arsênio, berílio, cromo e níquel e no terceiro foram enquadrados os metais que apresentam um caráter tóxico significativo e não se enquadram nos grupos anteriores e são o chumbo, cádmio, mercúrio e tálio.

Tendo em vista o alto tempo de persistência dos metais pesados em corpos

hídricos, é fundamental que a avaliação dos seus níveis de contaminação possa transcender as diagnoses baseadas unicamente na comparação com os índices legais, e incorporem uma análise dinâmica das concentrações monitoradas, através de estudos que permitam entender o comportamento no meio aquoso e forneçam bases mais sólidas para a avaliação do risco a eles associados.

Com o objetivo de se determinar os níveis de contaminação, os órgãos ambientais como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceram os limites máximos de concentração desses elementos para que não ocorram prejuízos a saúde pública e ambiental. Estes padrões dependem a qual classe o corpo d'água em estudo se enquadra.

Segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos/SEMARH no I Encontro Estadual de Comitê de Bacias Hidrográficas realizado em setembro de 2008 em Aracaju/SE, a Barragem Dionísio Machado era o principal reservatório encontrado na bacia do rio Piauí que nasce na Serra dos Palmares, entre os municípios de Riachão do Dantas e Simão Dias. O perfil do município de Lagarto divulgado em 2002 esclarece a existência de uma lagoa de estabilização, que recebe os efluentes escoados nas vias públicas através do “Racho Engole Cachorro” e que este riacho deságua no rio Piauí e por fim chega a Barragem.

Diante dessas informações, supostamente a água pode apresentar riscos de contaminação e/ou poluição e constituir um problema para a saúde pública, pois nota-se próximo a região, uma crescente ocupação urbana e presença de fábricas de aguardente, vinagre, achocolatado. Além disso, muitos moradores pescam os crustáceos para o próprio consumo e para comercialização. A água também é utilizada para irrigação agrícola e o espaço usado como turismo.

Categoricamente, o presente trabalho tem como finalidade monitorar a qualidade da água da Barragem Dionísio Machado do município de Lagarto/SE para atividades de uso doméstico. Visando identificar os problemas que podem afetar o ser humano pela intoxicação da água, causadas por produtos químicos ou existência de bactérias patogênicas provenientes de coliformes fecais.

2 - METODOLOGIA

A Pesquisa de Campo incluiu como instrumentos de coleta de dados a técnica de observação para caracterização geo-biológica da área e análises microbiológica e do índice de cobre devido à coloração da água e origens de alguns dejetos industriais recebidos, além dos domésticos.

2.1 - Área de estudo

2.1.1 - O município de Lagarto/SE

A cidade de Lagarto/SE com área de 1.036 Km² está localizada na região centro-sul do Estado, a 78 km da capital. Possui distrito industrial, e é o segundo mercado consumidor do Estado de Sergipe, além de servir como pólo regional de desenvolvimento. Os pontos turísticos para diversão de seus moradores e visitantes, da “Cidade Ternura” como é conhecida, são os clubes sociais, restaurantes, ginásios de esporte, parque de vaquejada, estádio de futebol (o Barretão), o espaço livre da Barragem Dionísio Machado e a Praça do Forródro, cuja área é destinada a apresentações culturais e desportivas. As festas e exibições folclóricas são também características da cidade, o desfile cívico-militar e a Exposição-Feira de Animais, realizados no mês de setembro. Na área de serviços, Lagarto ainda dispõe de hotéis, pousadas, estabelecimentos bancários, agências de viagens, hospital, maternidades e clínicas. O município tem grandes empresas, escolas de ensino regular e especial, emissoras de rádio, faculdade, pólo universitário, e de uma expressiva quantidade de veículos e pessoas em movimento no trânsito, o que traduz a sua pujança.

2.1.2. A Barragem Dionísio Machado

A barragem Dionísio Machado(D. M.) está localizada a 2 km da pista principal do povoado Carro Quebrado no município de Lagarto/SE, banhada pela bacia do rio Piauí, seu principal reservatório. Foi construída em março de 2000 com a intenção de evitar a passagem da água para povoados vizinhos em épocas de grandes índices pluviométricos. Hoje é um ponto turístico da cidade, com vista exuberante,

pedras gigantes e cachoeira. Possui uma vegetação vasta, com população circunvizinha e indústrias em suas proximidades. Seu alvo principal é, sobretudo, abastecer os municípios de Lagarto, Poço Verde, Riachão do Dantas, e Simão Dias, distribuindo para as zonas agrícola, residencial, industrial, além de outras finalidades, como a pesca de crustáceos para a comercialização no município de Lagarto.

2.2. Procedimento de campo e análise de laboratório

Devido ao objetivo de monitorar a qualidade da água da barragem Dionísio Machado do município de Lagarto/SE para atividades de uso doméstico e lazer os dados que constam neste estudo são referentes ao ano inicial, 2009.

A pesquisa de Campo possibilitou através da técnica de observação a caracterização da área de estudo e de parâmetros estéticos e a realização de coletas para análises.

A coleta para exame bacteriológico foi realizada em primeiro momento no horário de 07:35h da manhã no dia 12 de novembro de 2009, com recipiente esterilizado e fornecido pelo Instituto de Tecnologia e Pesquisa-ITP, localizado em Aracaju/SE, com aproximadamente 20 cm abaixo da superfície da água, revertendo até o completo enchimento conforme instrução do laboratório. A análise bacteriológica é uma importante ferramenta para o reconhecimento da qualidade da água de consumo devido as técnicas utilizadas serem sensíveis e específicas ao agente patogênico investigado em qualquer instância, seja no alimento, no solo ou na água. Em seguida foi feita a coleta para análise do cobre utilizando o mesmo procedimento sendo o recipiente de vidro. As amostras foram transportadas da cidade de Lagarto/SE a Aracaju/SE e conservadas refrigeradas em caixa de isopor com sacos de gelo e entregue ao laboratório em horário inferior a 6 horas. A análise deste metal constou da utilização do método de Absorção Atômica.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os usos de água por humanos são afetados por parâmetros estéticos. Qualquer característica apresentada pela água do ponto de vista físico, pode de maneira direta comprometer o aproveitamento da mesma pelo homem. A Barragem de Lagarto é fundamental para o desenvolvimento da Região devido a destinação do consumo humano, porém é preocupante no que se refere à condição de sua água, principalmente por apresentar odor, cor (Figura 1) e presença de espuma.(Figura 2).



Figura 1. Característica da cor.



Figura 2. Presença de Espuma.

O odor identificado pode indicar putrefação e a cor pode ser decorrente da presença de contaminantes acompanhados de seres patogênicos. Uma das fontes poluidoras são os fosfatos de sabões eliminados nos esgotos produzindo espumas (Figura 2) e contribuindo indiretamente para o aumento da poluição do meio ambiente.

Esta Barragem é fundamental para o abastecimento de quatro municípios sergipanos. Para isto suas águas antes de chegarem até as residências passam por um processo de purificação, o qual remove contaminantes indesejáveis, que podem ser biológicos, químicos ou físicos. O perigo é que antes disto em algumas áreas ocorre a pesca, banhos e utilização na realização de diversas atividades por moradores ribeirinhos, sem nenhum tratamento prévio.

O exame bacteriológico apontou uma quantidade de coliformes de 5,1/100

ml. Para o CONAMA para que a água seja considerada imprópria faz-se necessário um conjunto de amostras analisadas em um intervalo de 5 semanas, não se adequando aos limites permitidos acima de 5000 coliformes totais por mililitros. Portanto a água só não pôde ser considerada inadequada na ocasião para uso e manejo devido a falta de mais análises. A urgência na realização deste procedimento é que se este nível for confirmado podem ocorrer hipóxia ou seja uma diminuição do teor de oxigênio, e eutrofização isto é, aumento do número de organismos decompositores de vegetais em excesso causado por exemplo pelo acúmulo de adubo sintético, que provocam desequilíbrios ecológicos e ainda transmissão de doenças hidrotansmissíveis por meio de coliformes fecais presentes nas fezes, podendo ser citadas infecções intestinais e esquistossomose.

Sendo assim, faz-se necessário a análise da qualidade da água, através das próprias comparações físicas, químicas e biológicas, visando garantir a sua disponibilidade e a saúde da população consumidora. A análise da qualidade microbiológica da água proporciona informações importantes para possíveis tratamento e preservação de doenças e o teor do metal cobre que podem ser acumulados por organismos aquáticos.

As preocupações quanto aos níveis de qualidade, contaminação das águas e manutenção dos recursos hídricos assumem importância, à medida que a mesma é destinada ao consumo humano ou a transformação econômica. Água não potável, ou seja, contaminada de alguma forma por agentes patogênicos nocivos pode por em perigo a saúde e comprometer o desenvolvimento das comunidades humanas.

A **quantidade de Cu** detectada foi 0,030 mg/l sendo o limite de detecção do método de 0,010 mg/l. Segundo o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) é permitida uma quantidade de até 0,009 mg/l Cu para águas de classe 1 – águas destinadas ao abastecimento doméstico, à recreação de contato primário(natação, mergulho), à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, e de frutas que se desenvolvam rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, à criação natural e/ou intensiva (agricultura) de espécies destinadas à alimentação humana. Logo este metal pode estar se acumulando nos organismo que vivem em suas águas e em suas cadeias alimentares e estes ao serem degustados pelas pessoas podem causar problemas de saúde principalmente as crianças(tosse, dor

de cabeça e garganta entre outros). É preciso considerar ainda que os metais pesados são também bioacumulados no corpo humano podendo levar a diversos tipos de intoxicações, alergia e até a morte.

O odor e a cor da água ocorrem em primeira instância pela decomposição de matéria orgânica por microorganismos biodegradáveis, mas podem também estarem relacionados pela presença de metais adicionados a ela. A cor é um importante fator estético a ser considerado. A água da chuva escoada superficialmente das cidades pode conter níveis altos de metais pesados como: cobre, chumbo e zinco, associados a bactérias, nutrientes e elevada DBO (demanda Bioquímica de Oxigênio) – medida da quantidade de oxigênio dissolvida na água e utilizada pelos microorganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica.

A escolha pelo cobre foi devido a entre suas fontes estarem incluídos resíduos agrícolas(fertilizantes e pesticidas) e resíduos orgânicos provenientes despejos procedentes de áreas urbanas doméstica e despejos de indústria (BIASI.; RESTELLO; HEPP, 2008). E também por ser fundamental para toda a biota quando em concentrações específicas mas a longo prazo, invertebrados de água doce quando submetidos a concentrações maiores podem sofrer modificação em seu crescimento e ciclo de vida e reprodução. O que se observa é que se a água não é incolor, inodora, calma e quente pode comprometer a vida dos seres que nela residem.

A composição da água pode ter sido direta, ou indiretamente modificada, pela ação do homem devido a despejos de esgotos ou pelo uso de adubos sintéticos, agrotóxicos entre outros. A água pode não ter condições normais mas não demonstrar porque as espécies presentes podem estar adaptadas as suas características.

A poluição da água é um problema que pode ameaçar a população, afetando assim, todos os consumidores. O risco pode ser mais grave do que se imagina, pois estar sujeito a causas que afetam o ecossistema e as pessoas.

4 - CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou o conhecimento da qualidade da água da Barragem Dionísio Machado. Não foram descritas do ponto de vista bacteriológico a presença de coliformes fecais totais devido a quantidade de testes realizados inferior ao exigido pelo CONAMA. A urgência na realização deste procedimento é que se este nível for confirmado podem ocorrer hipóxia e eutrofização que provocam desequilíbrios ecológicos e ainda transmissão de doenças hidrotransmissíveis. Quanto aos resultados da quantidade do metal cobre foi identificada uma diferença acima do permitido pelo CONAMA. Futuras investigações permitirão detectar a proveniência do cobre em suas águas. Mas não pode ser desconsiderado que a água que não é incolor, nem inodora pode comprometer a vida dos seres que nela habitam, características constatadas *in loco*.

5- REFERÊNCIAS

BIASI, S. V.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. **Efeitos dos metais Cobre(Cu) e Zinco(Zn) sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do sul do Brasil**. Acta Sci. Biol., Maringá, v.30, n.3, p.283-289, 2008. Disponível em: <http://www.academia.edu/5475225/Efeito_de_metais_sobre_a_comunidade_de_macroinvertebrados_bent%C3%B4nicos_em_riachos_do_Sul_do_Brasil>. Acesso em: 8 jun. 2014.

CORADI, P. C.; FIA, R.; RAMIREZ, O. P. **Avaliação da Qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS**. Revista Ambiente e Água, Pelotas, RS, v. 4, n. 2, 2009. Disponível em: <www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/download/227/331>. Acesso em: 8 jun. 2014.

LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B.; ESPÍNDOLA, E.L. G. **Análise da concentração de metais na água do reservatório de salto grande: diagnóstico ambiental e saúde pública**. In: AIDIS. Forjando el Ambiente que Compartimos. San Juan, AIDIS, Ago. 2004. p.1-6, Ilus. Disponível em: <www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/busos.pdf> . Acesso em: 8 jun. 2014.

LIGHTFOOTT, N.T; MAIER, E. A. **Análise microbiológica de alimentos e água: Guia de qualidade a garantia da qualidade**. Coimbra: LTDA, 2003.

NASCIMENTO, L. V.; SPERLIN G, M. **Os padrões brasileiros de qualidade das águas e os critérios para proteção da vida aquática, saúde humana e animal**. Disponível em:<http://www.cesel.unicamp.br/~mariaacm/ST405/agua.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

OLIVEIRA, M. R. **Investigações da contaminação por metais pesados da água e do sedimento de corrente nas margens do Rio São Francisco e Tributários, a jusante da represa da CEMIG, no município de Três Marias, Minas Gerais**. Belo

Horizonte: UFMG, 2007. 150 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-7ECMJ8>>. Acesso em: 19 maio 2011.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 9 junho. 2011.

ROCHA, A. F. **I Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas**, 2008. Disponível em: <www.semarh.se.gov.br/srh/modules/wfdownloads/visit.php>. Acesso em: 15 fev. 2011.

O PRE-SAL, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE: CONCEITOS INTEGRATIVOS AO DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA E DA SOBERANIA NACIONAL

Luiz Ricardo Silva Ferreira

HOMENAGEM PÓSTUMA:

A meu pai , ex Diretor do Clube de Engenharia, o Engenheiro Civil , ex associado e Prof. Ricardo Rauen Ferreira.

Onde estiver, obrigado por tudo !

RESUMO

O Presente Trabalho inserido no eixo temático a Saneamento e Meio Ambiente conforme diretriz de Seleção da Comissão Temática do Congresso, possui o condão de introduzir conceitos equidistantes, como o Pre-Sal , Saneamento e Meio Ambiente, mas que possam contribuir e integrar-se como motriz ao desenvolvimento da economia nacional, respeitando o conhecimento adquirido pelas Escolas de Engenharia e por seus engenheiros, geólogos geógrafos, agrônomos , técnicos e ambientalistas através da Descoberta das Jazidas do Pre-Sal, localizado precipuamente no Campo de Libra, a fim de agregar valor aos novos desafios do País, respeitando os limites constitucionais e ambientais demarcados pelas instituições estatais e não estatais. Assim, a proposta converge na possibilidade de constituir políticas públicas que conduzam a Nação a retomada do desenvolvimento econômico, diante da complexidade de um mundo multipolar e transformar e aprimorar a matriz energética brasileira , considerando uma base sólida de mão de obra qualificada nacional para o século XXI, para elevar o grau de soberania e progresso, a luz da Formulação de Políticas Públicas e nos níveis sequenciais administrativos ; político , estratégico e operacional. As consequências serão uma melhor desenvoltura e repercussão da eficiência , efetividade e eficácia no estudo de caso da compreensão do fenômeno ambiental, bem como suas variáveis e cenários de estudo de caso, propriamente dito.

OBJETIVO DO TRABALHO

Estabelecer premissas para a promoção de políticas públicas elencadas no rol de direitos sociais assegurados pela Constituição da República de 1988; Implementar diante de um Exercício de Planejamento Estratégico Operacional a execução do cumprimento da aplicabilidade de destinação do gasto público na área de Saneamento Básico, a partir dos Recursos do Fundo Social do Pre-Sal; Incentivar a transformação e o aprimoramento da matriz energética brasileira, através de um Modelo de Gestão Empreendedora diante dos novos cenários e desafios do Século XXI.

DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A multipolarização do sistema internacional no século XXI enfatiza o papel do Brasil para tomada de decisões de alcance global, considerando as seguintes premissas para os temas em questão, entre os quais, Meio Ambiente e Saneamento:

- O ambiente cibernético;
- O aumento da importância da opinião pública internacional e nacional, restringindo a liberdade de ação dos Estados Nacionais;
- O aumento do poder dos atores não estatais, tais como grupos insurgentes, organizações não governamentais e organizações internacionais;
- A emergência do marco regulatório do Pre-Sal Brasileiro e o aprofundamento da comercialização, distribuição e extração do pre-sal no Mar Territorial Brasileiro;
- Instalações críticas indispensáveis e da alta demografia nacional ao longo da costa;
- Grandes extensões do mar, ainda não exploradas economicamente, a serem monitoradas e protegidas;
- Defesa e Proteção do principal recursos naturais renovável do planeta: A Água;

- Fundo Social do Pre-Sal , 25 % para a Saude , sendo parte dela destinada para o saneamento basico;
- Melhorar com determinacao os indicadores de saneamento no Brasil, obedecendo-se o principio da equidade e de articulacao com estados e municipios com outras politicas publicas;
- Ampliar os investimentos em saneamento e manter um ritmo constante, progressivo e melhor distribuido no territorio nacional, visando aumentar o ritmo de superacao do deficit de acesso a rede de coletas e tratamento de esgoto.

METODOLOGIA UTILIZADA

O escopo do presente trabalho possui a perspectiva metodologica de propor um modelo de mensuracao de valor , aplicando-lhe a politica de gestao publica, contribuindo como instrumento organizacional e aplicativo ao tema abordado, diante da formulacao de planejamento estrategico operacional voltado a area de saneamento basico e meio ambiente.

O Modelo de Gestao do Governo Empreendedor reflete a moderna tendencia de gestao compartilhada e coordenada, que estimula a iniciativa e a pro-atividade de gestores identificando-os, ao mesmo tempo, com a missao, crenca e valores de sua entidade ou organizacao. Assim, as linhas de investigacao focadas na 'area de meio ambiente e saneamento basico, assumem a consequente necessidade de tratamento interdisciplinar , como paradigma teorico de analise do objeto de pesquisa , sendo sintetizado na visao brasileira para o espaco geoestrategico localizado na Bacia de Libra . O Referencial e construido , preponderantemente , mas nao com exclusividade, a partir das contribuicoes da Ciencia Politica , Relacoes Internacionais , Ciencias Medicas, Geopolitica , Direito,Engenharia, Geofisica e Geologia.

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

A Política ambiental terá como principal diretriz o desenvolvimento sustentável , discutindo com a sociedade , parlamento e entes federados , um conjunto de metas socioambientais de curto, médio e longo prazos para o País. Tais metas deverão incorporar os limites ecossistêmicos, de um lado, e o potencial estratégico da biodiversidade , dos recursos naturais renováveis e das matrizes energéticas tradicionais com as novas matrizes incipientes.(Matriz Fossil, Hidráulica, com a Solar , Eólica , Biomassa e Biocombustíveis) aprimorando-as através do conhecimento adquirido pelo capital humano nacional , pela legislação vigente, bem como , introduzir a aproximação cada vez maior da Universidade, de Políticas Efetivas de Inovação em Ciência e Tecnologia , bem como incentivar empresas verdes nacionais capazes de constituir Polos Científicos e Tecnológicos para retomar o desenvolvimento e reafirmar a Soberania do país, no contexto global do século XXI.

CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Um dos grandes desafios do Brasil é encontrar as bases para um desenvolvimento sustentável, o que implica rever a noção de progresso, agregando-lhe um sentido mais humano, justo, solidário com a confluência de conceitos empregados da tradição do desenvolvimento nacional, mas com um olhar operacional de aprimoramento e de integração com as matrizes energéticas , através da expansão responsável e empreendedora da gestão pública para o cumprimento de metas mais ousadas de saneamento básico , preservando os recursos limitados de natureza orçamentária, a partir da descoberta do Pré-Sal e sua destinação específica à área de saúde contida no Fundo Social. Pela OMS, existe a complementariedade de saúde e saneamento, como vetores preventivos para o não encadeamento de doenças de cunho epidemiológico, interligadas à ausência de moradia digna e saneamento básico. Assim, busca-se um Modelo que possa nortear o desenvolvimento da Nação , contribuindo com o Ecossistema Brasileiro , com Políticas Públicas efetivas à área de saneamento, criando um conceito valorativo de

respeito ao meio ambiente, mediante a geracao de empregos verdes e do impulso de um novo potencial a ser instrumentalizado pela engenharia nacional, sob o contexto do Globalismo do Seculo XXI.

RECOMENDAÇÕES

- Planejamento para a sustentabilidade
- Incentivo as atividades sustentaveis
- Estimulo a geracao de empregos verdes
- Preservacao da Biodiversidade
- Protecao, Defesa e Contrapartidas aos Recursos Hidricos , bem como ao Mar Territorial Brasileiro.(Amazonia Verde e Amazonia Azul)
- O Potencial Economico Estrategico da Bacia de Libra para o Desenvolvimento e Preservacao do Meio Ambiente e a Possibilidade de Atendimento a politicas publicas efetivas na area de Saneamento Basico.

A linha conclusiva do presente trabalho esta na implementacao da estrategia de desenvolvimento sustentavel e de preservacao da biodiversidade marinha, com o objetivo de melhoria permanente de indicadores de qualidade e saude ambiental deste bioma, atraves do monitoramento e controle de processos erosivos, descargas de poluentes e extracao de recursos vivos e nao vivos dos ambientes marinhos e costeiros. Ademais, atraves dos recursos do pre-sal, fomenta-se politicas publicas de acesso a agua potavel e protecao aos manancias de abastecimento de agua, incorporando a saude humana, a qualidade da agua e uso sustentavel como valores centrais na cadeia de producao da agua para abastecimento. A engenharia nacional , neste sentido, tem um papel importante para o planejamento, execucao e cumprimento de obras publicas que destinem o cumprimento de universalizar cada vez mais as metas de saneamento basico no Brasil , criando empregos e estimular o desenvolvimento da economia, preservando e aprimorando a soberania do pais para o seculo XXI.

REFERÊNCIAS

ABRUCIO, Fernando L. **O Impacto do modelo gerencial na Administracao Publica. Um breve estudo sobre a experiencia internacional recente.** In: Caderno Enap, numero 10 , 1997, p. 15-22.

CASTELO, Manoel. **A Sociedade em Rede.** Sao Paulo: Paz e Terra , 1996, p. 27-29.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administracao geral e pública.** Quarta Edicao, Rio de Janeiro: Campus/ Elsevier , 2006, p. 90-95.

CLUBE DE ENGENHARIA. **Jornal do Clube de Engenharia-** Ano LI –N.553 .Rio de Janeiro, abril de 2015, p.04 e 05 e p. 11.

LIMA FILHO, W-. A Amazonia Azul e os Desafios da Defesa Nacional dp Seculo XXI, **Revista da ESG- Vol. 10**, 2011, p. 11-14.

PETROBRAS. **O PRE-SAL.** Rio de Janeiro, 2014. Acesso em: 04 jan 2014, pag. 07-09.

SIQUEIRA, Fernando. O Petroleo e Nosso (O Pre-Sal e Nosso). **Revista Associacao dos Engenheiros da Petrobras**, maio de 2012.

LEGISLAÇÃO de Saneamento. Lei 11.445/2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, 08 jan 2007

REVISTA DA ADESG. **Amazonia Azul.** Patrimonio Brasileiro no Mar.outubro de 2014.Pag-04-12.

RELAÇÃO ENTRE AS LIGAÇÕES DOMICILIARES E A ABRANGÊNCIA DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOS: O ESTUDO DE CASO DE BARRA DO PIRAÍ, RJ

Marcelo Obraczka
Isaias Fagundes Leal

OBJETIVO

Apesar da pouca importância relativa dada usualmente ao item de ligações prediais/domiciliares nos projetos, sua eventual não interligação a rede projetada pode se constituir em um grande obstáculo ao funcionamento adequado/esperado de todo um sistema de esgotamento sanitário. Com base no estudo de casos práticos de projetos para Itaguaí e Barra do Piraí, RJ, o presente trabalho pretende analisar o aspecto da cobertura real da rede coletora usualmente projetada, levando em consideração a existência de obstáculos relevantes que dificultam e muitas vezes até inviabilizam a execução da ligação predial/domiciliar ao sistema, como é o caso das soleiras baixas. Possui ainda como objetivo secundário apresentar possíveis alternativas para mitigação do problema.

METODOLOGIA

Inicialmente foi feita revisão bibliográfica e o levantamento do estado da arte referente ao tema de ligações domiciliares, identificando-se os principais impedimentos para que elas sejam executadas. Em seguida foram analisados casos de duas localidades distintas (Itaguaí/RJ e Barra do Piraí/RJ), situadas na bacia hidrográfica do Rio Guandu, RJ e recentemente beneficiadas por projetos de esgotamento sanitário (AMBIENTAL/PARALELA I, 2014). Ambas apresentam situações típicas/usuais em municípios brasileiros, ocasionadas pela falta de planejamento e fiscalização do uso do solo urbano e existência de muitas áreas carentes, como construções e ocupação de áreas marginais de rios e córregos (Figura 2). Os problemas são agravados pela ocorrência de soleiras baixas em

relação às vias de acesso e aos respectivos coletores de esgoto, resultando no lançamento de efluentes nos corpos hídricos que passam nos fundos dessas edificações ou próximos a elas. Para o presente estudo, foi adotado como referência o projeto desenvolvido para município de Barra do Piraí, por ser considerado bastante representativo em relação aos aspectos acima discriminados (Figura 1). Através da ferramenta *Street view* do aplicativo *GooglePro*, e com auxílio da base cartográfica disponível fornecida pela Prefeitura, foram identificadas e delimitadas áreas onde ocorre uma tipologia de edificação/situação “problemática”, em função maior grau de dificuldade para sua interligação à rede coletora (Figura 3) , na seguinte forma: Prédios residenciais e comércios formais, comércios e edificações uni familiares de padrão médio, não formais, residências não formais de baixo padrão com dificuldades de ligação convencional a rede projetada por impedimento de cota (soleira baixa).

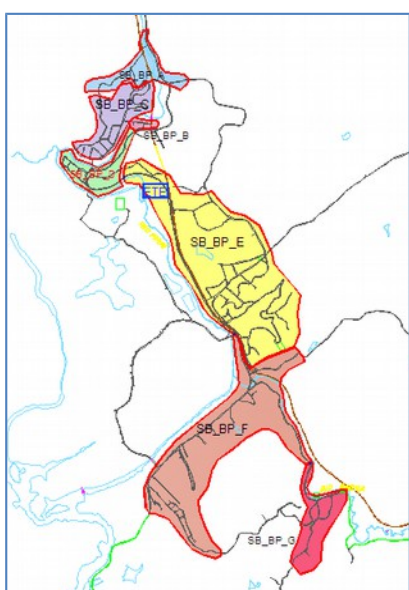


Figura 1



Figura 2



Figura 3

Fig.1 – Concepção geral do projeto e bacias de esgotamento sanitário de B. do Piraí/RJ (Consórcio Ambiental/Paralela I, 2014).

Fig. 2 - Caso típico de residências com soleiras baixas.

Figura 3 - Áreas onde foi constatada a ocorrência de edificações com soleira baixa

Foi avaliado o somatório de áreas de sua abrangência em relação à área de projeto total. Para simplificar a análise, ela foi feita considerando que a população beneficiada (obtida através dos dados dos setores censitários do IBGE) se distribui uniformemente nas áreas desses setores e da sub-bacia estudada e no número de habitantes por domicílio no município de 3,09 (IBGE, 2010).

O número de moradias envolvidas foi estimado com base no projeto de esgotamento sanitário desenvolvido para Barra do Pirai para a população de fim de plano (elaborado pelo Consórcio Ambiental/Paralela I, 2014). Foram então comparados dois cenários básicos: o primeiro, onde os projetos são executados da forma convencional, onde usualmente se considera somente um tipo de ligação padrão, sem dar um tratamento específico a existência dessa tipologia “problemática” e a ligação é pouco provável de ser executada (Cenário 1). Foi também avaliado um segundo cenário, onde se prevê uma abordagem diferenciada pelo projeto para essas áreas, admitindo-se que nesse caso haverá alguma intervenção do poder público, procurando assegurar que essa conexão seja viabilizada (Cenário 2). A partir dos dois cenários possíveis, quantificou-se e comparou-se a população teoricamente prevista com aquela que deverá ser atendida de fato pela benfeitoria (assentamento da rede pública), bem como as respectivas vazões que serão ou não captadas pelo sistema a ser implantado.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

Com base nos resultados obtidos, constatou-se que, somente em função das soleiras baixas, um sistema de esgotos convencional poderá implicar no não atendimento de uma parcela significativa em relação à área total prevista pelo projeto, mesmo projetando-se o assentamento de rede em todas as vias e arruamentos. Muitas das soleiras baixas ocorrem a partir da prática de se edificar em áreas impróprias, a beira de córregos e riachos. Não obstante, no planejamento e desenho urbano equivocadamente essas faixas ribeirinhas muitas vezes não são destinadas ao uso público e acabam loteadas e ocupadas. Há casos em que são invadidas e edificadas mesmo sendo protegidas por legislação. Especialmente em

municípios banhados por diversos rios e córregos como é o caso de Barra do Pirai e Itaguaí/RJ, muitas moradias se localizam as margens desses corpos hídricos e lançam neles seus esgotos (Figuras 4 e 6). Em algumas situações, constata-se que mesmo se houvesse rede coletora assentada na testada do lote, as instalações sanitárias internas não conseguiriam ser a ela interligadas sem ter que usar de grande esforço (Figura 5). Além desses impedimentos técnicos e econômicos, a conexão à rede pública muitas vezes não é considerada necessária ou prioritária pelos próprios moradores. Ainda, por questões institucionais e/ou legais há uma grande resistência por parte do poder público em dotar de infraestrutura determinadas áreas não formais, muitas vezes protegidas e não edificantes (Figura 6), com o receio de estar de certa forma contribuindo com a “formalização” da ocupação dessas áreas, podendo mesmo ser questionado judicialmente por tal iniciativa.



Figura 4



Figura 5



Figura 6

Figura 4 – Caso típico de localização de residências as margens de córrego local, Coroa Grande, Itaguaí/RJ.

Figura 5 – Soleiras baixas resultando em despejos de esgotos no rio Pirai, Barra do Pirai/RJ.

Figura 6 – Ocupação de FMP do Canal de Engenho, Centro de Itaguaí/RJ

Apesar das grandes somas investidas em implantação de sistemas de esgotamento sanitário – incluindo centenas de quilômetros de redes coletoras – muitos acabam sendo subutilizados pela dificuldade ou mesmo inviabilidade encontrada para executar as ligações das economias aos sistemas de coleta de

forma adequada, especialmente no que se refere aos trechos de canalização sob a responsabilidade do particular. Essa situação enseja que não haja iniciativa do ponto de vista do proprietário ou morador em empreender sua interligação a rede coletora que passa na testada de sua propriedade, basicamente por dois motivos: a) elevados custos de construção, operação e manutenção bem como os problemas/incômodos acarretados pela mudança do sistema interno para viabilizar a ligação no ponto desejado; b) o problema de esgotamento já se encontra de certa forma “resolvido”: o esgoto é “afastado” para longe da residência, saindo pelos fundos da mesma, lançado em algum rio ou córrego ou através de ligação a rede de águas pluviais ou ainda através de infiltração no solo (sumidouro). De uma maneira geral, os projetos adotam a premissa de que a responsabilidade da Concessionária ou do sistema público vai até a caixa de ligação situada na calçada defronte a cada lote ou economia cabendo ao usuário providenciar sua interligação a rede. Entretanto, não vem demonstrando ser uma boa prática simplesmente ignorar a questão “particular” da necessidade de viabilização de ligações mais problemáticas à rede coletora, já que os esgotos acabam via de regra sendo lançados direta ou indiretamente nos corpos hídricos, através do sistema de drenagem, ou poluindo o solo e o lençol freático. Pela tendência que se verifica pelas cidades do país na continuidade do processo de urbanização e ocupação de áreas menos “nobres” como encostas e margens de rios, projeta-se que os problemas para ligação dessas economias nas redes de esgoto deverão aumentar na mesma proporção.

No caso particular em estudo (B. do Pirai), com base na comparação da área total de projeto e da área referente a situações características de soleira baixa, observou-se que o número estimado de economias com maiores dificuldades de interligação de sua rede/coletor domiciliar à rede pública em função soleira baixa é de 318 edificações, correspondente a aproximadamente 8% do total de residências da área de projeto (Tabela 2).

Tabela 2 – Síntese dos resultados

População estimada na área de projeto (2040)*	Densidade por domicílio*	Domicílios totais em 2040	Área de abrangência do sistema (ha)	Percentual de domicílios com problemas de soleiras baixas (%)	Número de domicílios com problemas de soleiras baixas	Vazão referente às soleiras baixas (l/s)	Vazão Total prevista pelo projeto (*) (l/s)
(cenário 1)/12.559	3,09	4.064	189,2	-	-	-	34,89
(cenário 2)/12.559	3,09	4.064	(189,2 - 14,8) = 174,4	8	318	2,73	(34,89 - 2,73) = 32,16

*Ambiental/Paralela I, 2014

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados apontam para uma diferença considerável entre o número de domicílios teoricamente abrangidos pelo projeto e aquele que efetivamente poderá ser esgotado. Na realidade, essa defasagem deve ser maior em termos de vazão não captada pelo sistema, considerando que a densidade populacional e o número médio de habitantes por domicílio tende a ser bem mais elevado nessas áreas mais carentes do que naquelas de ocupação mais formal. Além disso, na presente avaliação, foram somente contabilizados os casos onde se estima que haverá dificuldades para viabilização da ligação domiciliar a rede pública em função de soleiras baixas, muito bem caracterizadas, embora muito provavelmente haja diversas outras. Há ainda casos de diferentes obstáculos aqui não contabilizados como a eventual necessidade de remanejamento de sistemas internos existentes (tipo fossa/sumidouro) e a inexistência de vias ou servidões para o assentamento de

rede. Somando-se esses casos, a cobertura efetiva do sistema a ser implantado tende, portanto, a ser consideravelmente inferior a projetada, com um número menor de ligações por metro de rede. Além da redução da relação custo-benefício, outras situações adversas em função da baixa vazão captada em relação àquela que foi projetada podem ocorrer, especialmente nos anos iniciais do horizonte de projeto. Caso a coleta de esgotos sanitários seja muito reduzida, o sistema sofrerá maior influência das águas de infiltração, especialmente onde houver grande extensão de rede assentada e lençol elevado. Isso pode vir a ser extremamente prejudicial, como por exemplo, em áreas litorâneas, através da interferência negativa dos cloretos no processo de tratamento. Muitas dessas questões de não conformidade que ocorrem a partir da baixa cobertura da rede de coleta são usuais na maioria das áreas urbanas brasileiras podem redundar em lançamento de esgotos direta ou indiretamente nas águas pluviais e corpos hídricos e na piora da qualidade ambiental dos recursos hídricos.

Mesmo com a implantação do sistema de esgotos, feita com base em altos custos/investimentos, a permanecerem (mesmo que em parte) os despejos nos rios, as condições de salubridade da população e a qualidade ambiental dos corpos receptores continuarão a ser afetadas negativamente e as melhorias previstas com a implantação da rede poderão não ser sentidas de forma tão abrangente.

Não obstante, as causas mais frequentes para as dificuldades de interligação não se devem somente a aspectos estritamente técnicos, como aqueles descritos acima, mas também por questões históricas e socioculturais, além de carências de ferramentas de gestão e planejamento. Dentre essas, podem ser apontadas a falta de uma política habitacional e mesmo de uma gestão mais eficaz de recursos hídricos, que se contraponham à prática de ocupação das margens dos rios e, conseqüentemente, de lançamentos dos dejetos e resíduos, além de outros desdobramentos nocivos, como assoreamento e maximização de cheias e enchentes.

Analisando-se por outro ângulo, demonstra-se a necessidade de maior integração das políticas públicas e de planejamento do uso do solo, gestão de recursos hídricos, de saúde e educação, entre outras. Um exemplo seria planejar e manter as áreas de talvegues e faixas marginais de córregos e rios sem ocupação.

Entre outras recomendações e sugestões do presente trabalho podem ser citadas as seguintes:

1. Dar continuidade ao estudo avaliando outros projetos, situações e cidades para verificar e comparar resultados;
2. Diferenciar na execução e no orçamento dos projetos as áreas e tipologias específicas de ligação, da seguinte forma:
 - a. Ligação tipo 1 – Áreas formais, não carentes. Ligação a rede pública é compulsória e às expensas dos usuários. Não prever custos no projeto.
 - b. Ligação tipo 2 – Áreas não formais, carentes. Ligação a ser executada pela empresa/concessionária e seu custo diluído na conta de água/esgoto. Prever custos no projeto.
3. Definir faixas marginais de proteção e áreas não edificantes ao longo dos talwegues principais, das margens dos córregos e rios para viabilizar a execução de servidões que possam receber o assentamento da rede coletora que deverá ser incluída no projeto para viabilizar o esgotamento de áreas de soleiras muito baixas, onde o recalque é inviável.
4. Procurar implementar uma maior integração de planos e projetos referentes às áreas de saneamento, de uso e ocupação do solo, de meio ambiente e de gestão de recursos hídricos, entre outras afins.

REFERÊNCIAS

AMBIENTAL/PARALELA I (2014). **Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Barra do Pirai/RJ.**

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010.**

NBR 9.649 (1986). **Norma Técnica:** Projeto de Redes Coletoras de Esgotos Sanitários.

NUVOLARI, A. et al (2011). **Esgoto Sanitário:** Coleta, Transporte Tratamento e Reuso Agrícola. Coordenador A. Nuvolari. 2ª versão. São Paulo, Editora E. Blucher Ltda, 565 p.

PEREIRA, J. A. R.; SILVA, J. M. S. (2010). **Rede Coletora de Esgoto Sanitário:** Projeto, Construção e Operação. EDUFPA, Belém-PA, 301 p.

PEREIRA, J. A. R. (2003). **Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas:** Esgotamento Sanitário na Região Metropolitana de Belém. NUMA/UFPA/EDUFPA, Belém-PA.

SABESP (2013). **Norma Técnica NTS 217:** Ligação Predial de Esgoto.S.Paulo/SP, 23 p.

REUSO PREDIAL DAS ÁGUAS PLUVIAIS

Leonardo Heitor Richa Nogueira

1. INTRODUÇÃO

A escassez hídrica tem se manifestado por todo o mundo, sendo diversos os exemplos noticiados em 2014:

- Após três anos de estiagens, a Califórnia está observando uma queda generalizada da sua produção agrícola. Desde o início do ano, o estado americano perdeu 239 bilhões de metros cúbicos de água;
- A Guatemala declarou estado de emergência na primeira semana de setembro de 2014. Cálculos oficiais estimam que serão necessários US\$ 60 milhões para compensar perdas agrícolas recentes;
- A Nicarágua enfrenta sua pior seca em 32 anos. A estiagem está comprometendo as colheitas e elevando os preços de alimentos. Em um único mês, 2.500 cabeças de gado morreram em decorrência e cerca de 600 mil animais estariam à beira de morrer de fome;
- A Espanha, responsável pela metade do azeite de oliva comercializado globalmente, enfrenta tamanha estiagem que alguns produtores da Andaluzia estimam que sua produção este ano será 40% menor do que no ano passado.
- No norte do Quênia, 26 meses de seca dizimaram os rebanhos e estão promovendo uma disparada dos níveis de desnutrição.
- A porção leste da Austrália também está passando por uma estiagem sem paralelo nos últimos 100 anos, o que está multiplicando focos de incêndio.

Aqui no Brasil, na bacia do rio Paraíba do Sul, que abrange partes dos estados de MG, RJ e SP, a estiagem de 2014 foi a maior já registrada em 84 anos de medições.

Portanto, a redução do consumo se faz necessária e o gerenciamento dos recursos hídricos deve, entre outros, buscar a redução das captações nos mananciais. Dentre as alternativas para reduzir a captação nos cursos d'água, o

reúso das águas pluviais merece destaque.

2. OBJETIVO

Apresentar a necessidade do reuso frente à escassez e custos da água tratada e os requisitos e vantagens do reúso pluvial frente ao das águas cinzas e negras, na aplicação predial.

3. METODOLOGIA

Pesquisa prospectiva sobre escassez, custos, legislação, normas, chuvas, volumes possíveis de serem acumulados, tratamentos e consumos.

4. RESULTADO ESPERADO

Ampliar o conhecimento sobre o reuso pluvial predial, visando o estímulo à sua adoção e racionalização do uso da água.

5. AS CONDIÇÕES INDUTORAS AO REÚSO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

5.1 – As distâncias e deficits dos mananciais

Usando exemplos da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), ilustra-se, a seguir, a situação dos mananciais de abastecimento dessas localidades. Nas Figuras 1 e 2 podem ser percebidas as grandes distâncias entre os mananciais e os centros consumidores, com cerca de 70 km desde o sistema Cantareira até a RMSP ou desde o sistema Guandu até a RMRJ.

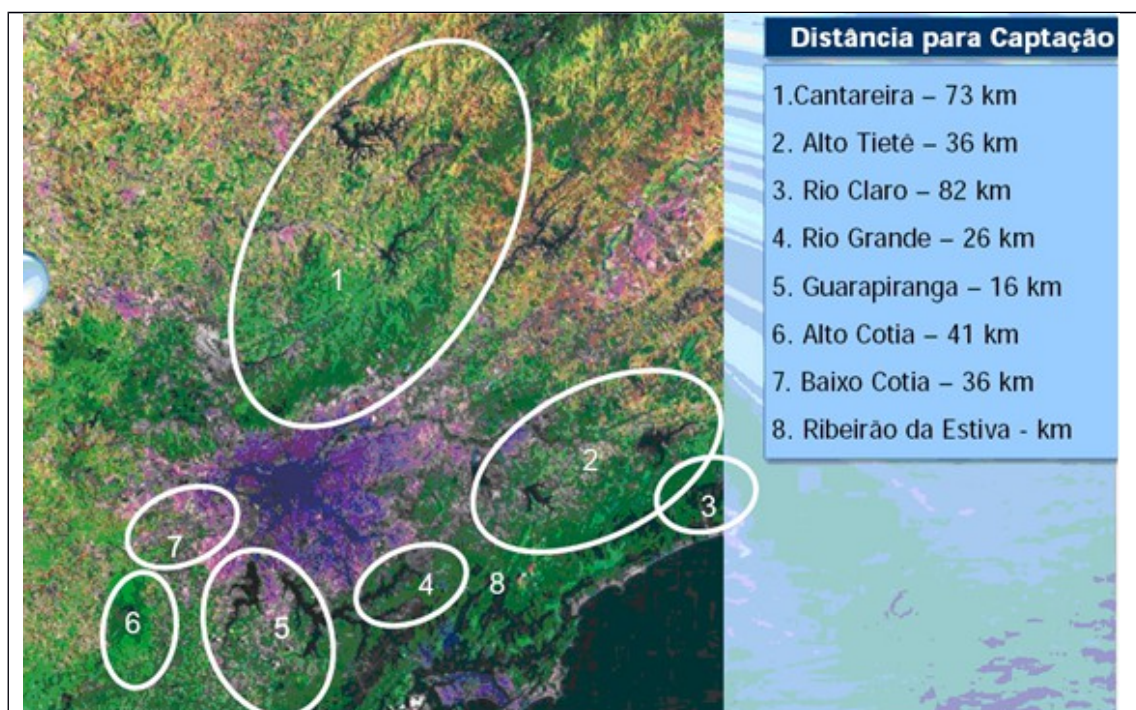


Figura 1 - Sistemas Produtores da Região Metropolitana de São Paulo
(Fonte: SABESP)

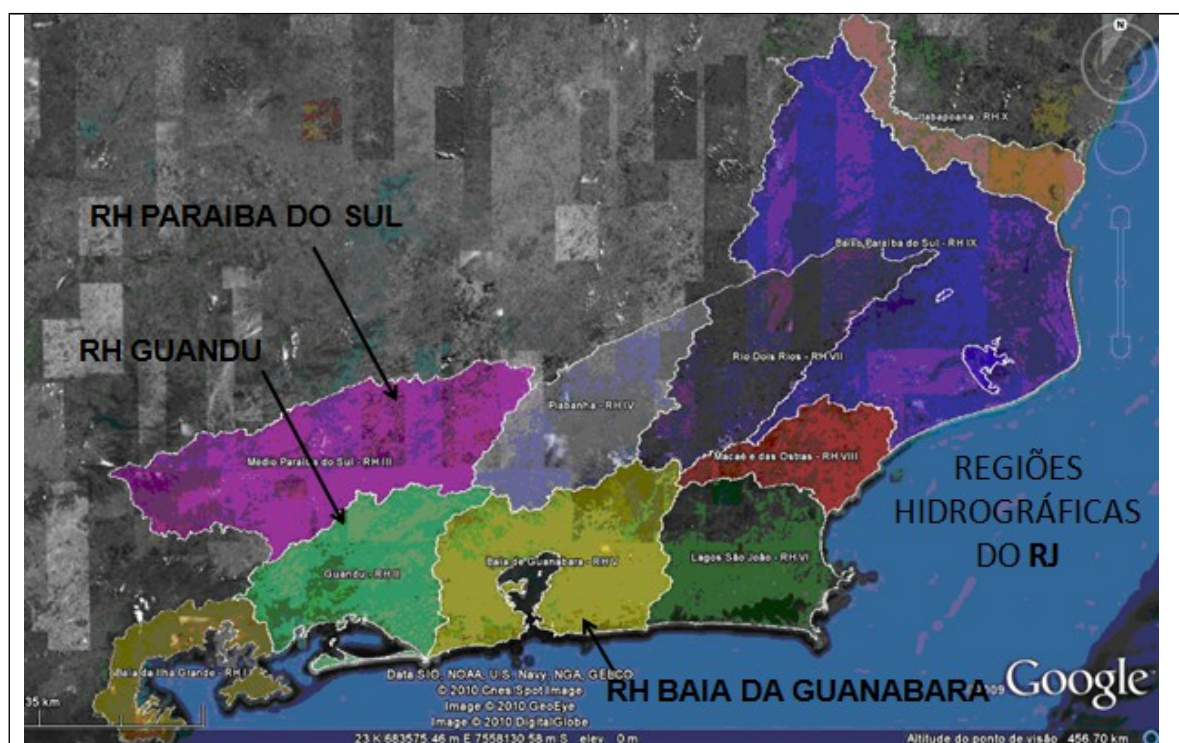


Figura 2 - Sistemas Produtores da Região Metropolitana do Rio de Janeiro
(Fonte: INEA)

O Relatório Anual de 2010, da Agência Nacional de Águas – ANA, já previa:

- Para a Região Metropolitana de São Paulo: será necessário novo manancial para um dos sistemas de abastecimento e a ampliação de três outros; dos 39 municípios da RMSP, 35 requerem investimentos (ANA, 2010)
- Para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro: das 17 sedes urbanas da RMRJ, 14 apresentam déficit entre a oferta e demanda (ANA, 2010)

Como **Fator A** para aumento das tarifas de água e esgotos pode-se, então, considerar as necessidades de investimentos relacionadas a novos e cada vez mais distantes mananciais.

5.2 – A qualidade da água

Tanto na RMSP quanto na RMRJ a antropização das bacias hidrográficas leva à piora da qualidade dos mananciais de abastecimento. Seja pelo aumento do aporte de poluentes diversos que chegam aos rios, seja pelo desmatamento das bacias, com consequente aumento de sedimentos carregados e incremento da turbidez, dos sólidos em suspensão e outros danos aos corpos receptores.

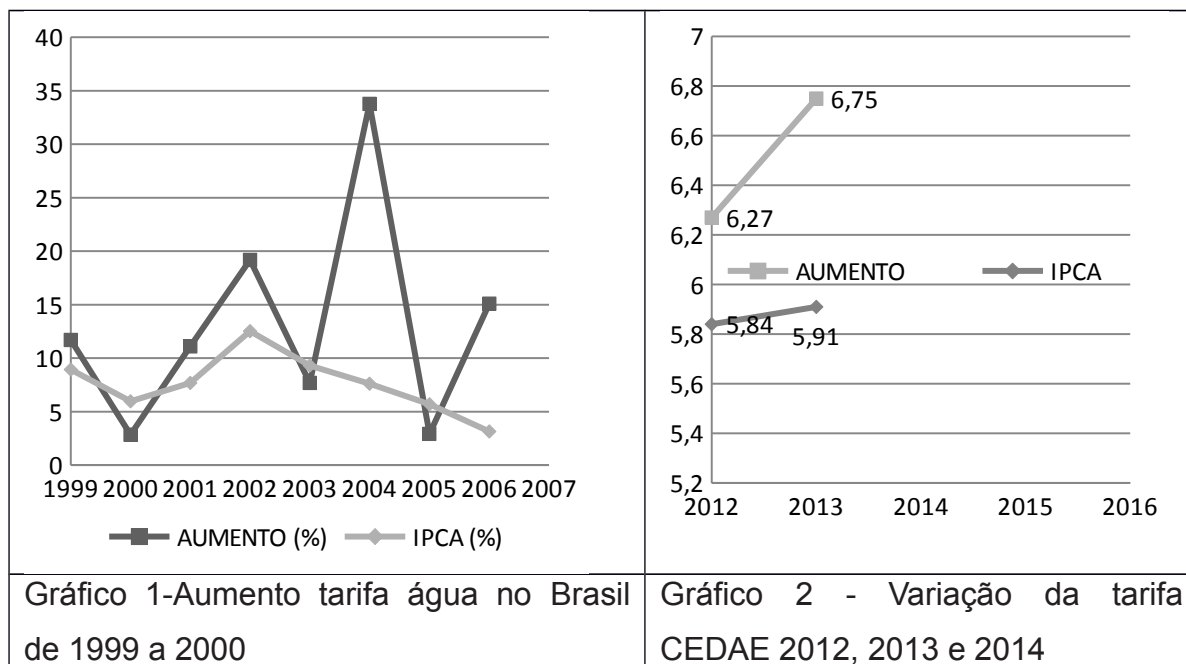
Os episódios recentes (2014/2015) de escassez hídrica agravam esse quadro, pois a menor vazão dos rios resulta em maior concentração de poluentes por metro cúbico de água bruta a ser tratada.

Como **Fator B** para aumento das tarifas de água e esgotos pode-se, então, considerar o aumento de custo para tratamento das águas, cada vez mais poluídas.

5.3 – O histórico do aumento de tarifas

Entre 2000 e 2006 o aumento da tarifa de água e esgoto da SABESP (SP) foi de 80,40% e o da CEDAE (RJ) foi de 146,20%, contra um IPCA de 59,39% no período (IDEC, 2007).

A seguir são apresentados alguns gráficos, que mostram que o aumento das tarifas de água / esgoto historicamente superam o Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA.



5.4 – As recentes pressões por novos aumentos de tarifas

O setor de saneamento é grande consumidor de energia elétrica, devido aos diversos sistemas de bombeamentos de água e esgotos e ao uso de equipamentos nas respectivas estações de tratamento.

Os valores da energia elétrica foram contidos em 2014 e reajustados em 2015. Com isso, as concessionárias dos serviços de saneamento passaram a pleitear novos aumentos de tarifas, conforme notícias recentemente divulgadas, exemplificadas a seguir:

- Em ano de falta de água, Sabesp tem autorização de reajuste de 13,8% na tarifa em 2015 (UOL Notícias, 2015);
- Tarifas da CEDAE terão reajuste extraordinário de 4,5% (Extra, 2015);
- Consulta pública para manifestações até o dia 29/4/2015 sobre reajuste extraordinário de tarifa. A Prolagos está pleiteando 8,4% e Águas de Juturnaíba 7,89%. (AGENERSA, 2015).

Consequentemente, como **Fator C** para aumento das tarifas de água e esgotos pode-se considerar os custos decorrentes do aumento da energia elétrica.

5.5 – Expectativa de redução da oferta e/ou aumento das tarifas

Os aspectos abordados nos itens 6.1 a 6.4, levam a concluir que devemos nos preparar para um cenário de redução da oferta de água e/ou aumento das tarifas. Nesse cenário, o reuso predial das águas pluviais se apresenta como uma das alternativas mais viáveis.

Por isso, nos itens seguintes serão abordados os elementos mais importantes para a adoção desse reúso.

6. AS ALTERNATIVAS DE REUSO, A LEGISLAÇÃO E OS USOS NÃO POTÁVEIS.

6.1 – As alternativas de reuso

Pode-se fazer o reuso predial das águas negras, das águas cinzas e das águas pluviais.

As águas negras são definidas como “as que contêm resíduos orgânicos e material fecal”, tais como as provenientes das pias de cozinha, das máquinas de lavar louça, dos vasos sanitários e dos mictórios.

As águas cinzas são as provenientes dos chuveiros, lavatórios, banheiras, tanques e máquinas de lavar roupas. Fica patente que não se pode afirmar que os efluentes dessas peças de utilização, em contraponto às águas negras, estão isentos de resíduos orgânicos ou material fecal.

Por fim, o reúso predial também pode ser feito a partir das águas pluviais coletadas nos telhados, coberturas ou mesmo nos pisos, estacionamentos, áreas de estocagem a céu aberto e pavimentos em geral. Com vantagens para a captação das águas das chuvas nos telhados e coberturas, que estariam menos contaminadas.

6.2 – A legislação e os usos não potáveis

Para o reuso das águas cinzas e negras a norma brasileira, a legislação do

município do Rio de Janeiro e os usos previstos estão apresentados na Tabela 1, a seguir.

Usos não potáveis	Águas cinzas	Águas negras
Regar jardins e hortas	Notar que os legisladores não se arriscaram a regular o reuso de águas cinzas ou negras para usos com possibilidade de contato humano com a água Lei 5.279 do município do Rio Lei 4.956 idem Decreto 3.5745 idem	NBR 13.969
Lavar veículos		NBR 13.969
Lavar calçadas e pisos		NBR 13.969
Fins paisagísticos		NBR 13.969
Descarga de vasos e mictórios		NBR 13.969 Decreto 3.5745 do município do Rio

Tabela 1 – reuso das águas cinzas e negras tratadas e legislação pertinente

Obs.: A NBR 13.969 é uma norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - sobre Tanques Sépticos. O leitor deve julgar se uma norma brasileira deveria tomar o risco de definir o reuso de efluentes tratados de tanques (fossas) sépticos, inclusive para atividades com contato humano.

Para o reuso das águas pluviais a norma brasileira, a legislação de São Paulo, do município e do estado do Rio de Janeiro e os usos previstos estão apresentados na Tabela 2, a seguir.

Usos não potáveis	Legislação
Regar ou irrigar	Lei 4.393 do RJ
Lavar veículos	Lei 5.279 do Rio
Lavar calçadas e pisos	Decreto 23.490 do Rio
Outros usos (ver Obs.)	Decreto 35.745 do Rio Lei 12.526 de SP Lei 13.276 de São Paulo NBR 15.527
Fins paisagísticos	Decreto 35.745 do Rio NBR 15.527
Usos industriais	NBR 15.527
Descarga de vasos e mictórios	Lei 4.393 do RJ Lei 5.279 do Rio Decreto 23.490 do Rio Lei 12.526 de SP Lei 13.276 de São Paulo NBR 15.527

Tabela 2 – reúso das águas pluviais tratadas e legislação pertinente

Obs; Água para combate a incêndio, lavar vidros, etc. fariam parte dos “outros usos” previstos na legislação.

A NBR 15527 da ABNT recomenda o reúso da água de chuva de coberturas em áreas urbanas, o Decreto 23.940 do município do Rio o reúso das água da área do pavimento de telhado, a Lei 5297 do município do Rio de Janeiro o reúso da água da chuva captada na cobertura das edificações, a Lei 12.526 de SP o reuso de águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não. É intuitivo que as águas pluviais coletadas nos telhados e coberturas terá um grau de contaminação muito menor que o das águas negras, das águas cinzas e das

águas captadas nos estacionamentos (pavimentos). Consequentemente, o tratamento das águas pluviais será mais simples, consistente com o grau de conhecimento dos administradores e síndicos de imóveis no que se refere à operação, manutenção e monitoramento dos sistemas de tratamento, muito sofisticados nos casos das águas que não sejam as pluviais dos telhados e coberturas.

Para o reuso das águas das chuvas a NBR 15.527 determina apenas o gradeamento, o descarte automático da vazão (volume) inicial da chuva e a desinfecção. O volume inicial deve ser descartado pois contém poluentes diversos e insetos, fezes de pássaros, pequenos répteis, etc.) que são “lavados “ da atmosfera e do telhado

7. OS REÚSO PLUVIAL NO RIO DE JANEIRO

Matéria publicada em jornal (O Globo, 2014), referente a pesquisa realizada pelo Sindicato da Habitação (SECOVI-Rio), dá conta que dos trezentos e cinquenta e seis empreendimentos lançados no Rio entre janeiro de 2012 e abril de 2014, setenta e seis (21%) têm itens sustentáveis.

No gráfico a seguir pode ser notada a importância da água, inclusive do reúso, refletida na presença dentre os itens sustentáveis com maiores percentuais de aplicação, como os medidores individuais de água (60%), o reaproveitamento da água da chuva (40%), as torneiras econômicas (28%) e as descargas com racionalização (18%).



8. O USO RACIONAL DA ÁGUA E A CERTIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

A certificação de construções sustentáveis traz benefícios econômicos, ambientais e sociais. Dentre os econômicos pode-se destacar a diminuição dos custos operacionais, a diminuição dos riscos regulatórios, a valorização do imóvel para revenda ou arrendamento, o aumento na velocidade de ocupação, o aumento da retenção, a modernização e a menor obsolescência da edificação.

Apresentaremos alguns sistemas de certificação e os pontos de contato destes com o reúso da água.

O sistema LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* – pontua a redução do consumo de água potável, seu uso eficiente e o uso de água não potável no paisagismo e nas torres de resfriamento.

O sistema Aqua, da Fundação Vanzolini, pontua a recuperação da água pluvial e sua utilização nos sanitários e também a recuperação de água pluvial e sua utilização na irrigação e/ou na limpeza.

Já a prefeitura do rio de Janeiro, através do Decreto 35745 de 2012, criou a qualificação Qualiverde que, dentre outros requisitos, considera recuperação da água pluvial e sua utilização nos sanitários e a recuperação de água pluvial e sua utilização na irrigação e/ou na limpeza. Essa qualificação confere ao empreendimento a tramitação prioritária no licenciamento. Já outros municípios,

como Salvador e Guarulhos, concedem às “edificações verdes” descontos que varia de 3% a 20% do IPTU.

A prefeitura de Belo Horizonte tem o Certificado de Sustentabilidade Ambiental, concedido a empreendimentos públicos e privados, condomínios residenciais e comerciais e/ou industriais que adotarem medidas que, dentre outras, contribuam para a redução do consumo de água.

9. OS PRINCIPAIS FATORES DE DECISÃO

O volume de água da chuva possível de ser captado deve ser calculado e comparado com o consumo na edificação referente aos usos não potáveis, ou seja, aqueles para os quais se espera empregar a água de reuso pluvial.

9.1 – O volume a ser captado e seu tratamento

A NBR 15.527 determina que o cálculo do volume a ser captado considere:

$$V = P \times A \times C \times h$$

V = volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P = precipitação média anual, mensal ou diária;

A = área de coleta;

C = coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

h = eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

Dentre os fatores acima elencados, somente a precipitação média (P) não está sob o controle do gestor da edificação. Essa informação poderá ser obtida na página internet do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, que apresenta localizações de dados de estações meteorológicas automáticas (dados de 1999 a 2015) e das 256 estações meteorológicas manuais (dados de 1961 até 2015).

A Figura 3, a seguir, mostra um exemplo, na região sudeste do Brasil, das localizações dessas estações meteorológicas no portal do INMET. Colocando o cursor sobre a estação meteorológica aparece “balão” de informações, com os

códigos da estação e suas coordenadas geográficas.

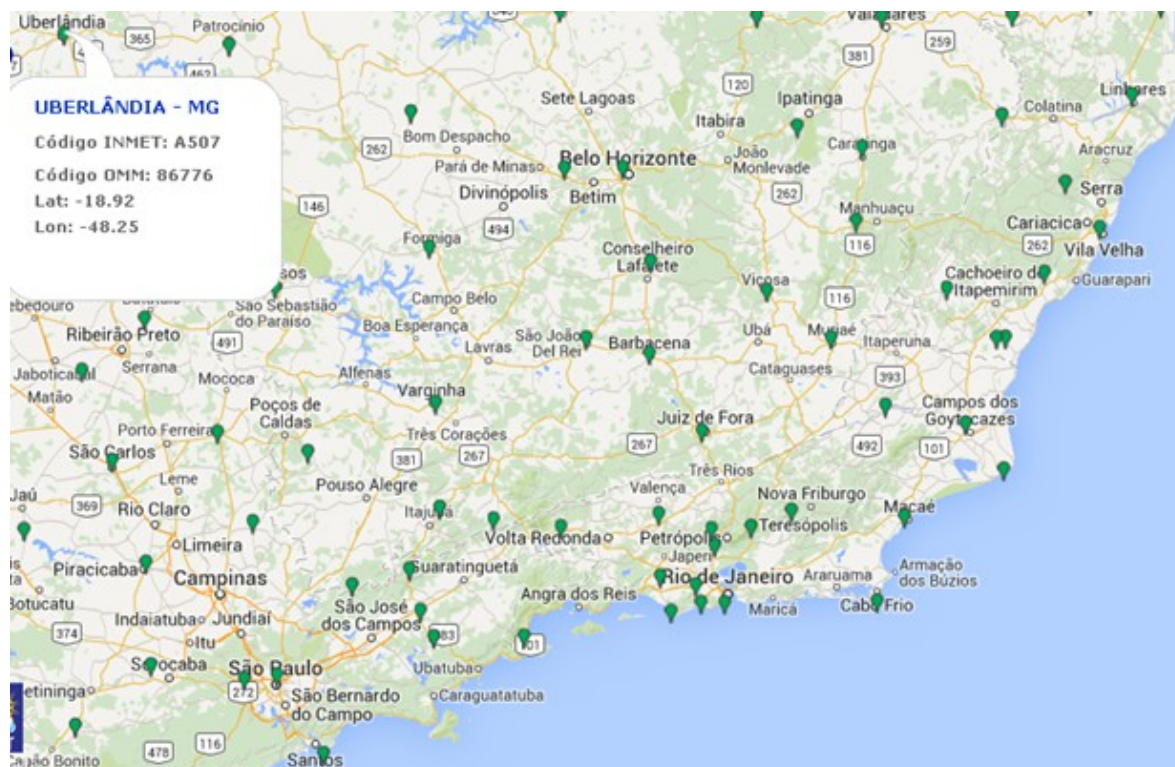


Figura 3 – Mapa das estações automáticas no portal do INMET

O tratamento para reuso das águas pluviais prediais, preconizado pela NBR 15.527, pode ser resumido pelo diagrama apresentado na Figura 4, a seguir, podendo ser notada sua relativa simplicidade, quando comparado aos tratamentos das águas cinzas e negras, que requerem reatores anaeróbios e aeróbios, decantadores, filtros, equipamentos e acessórios diversos.

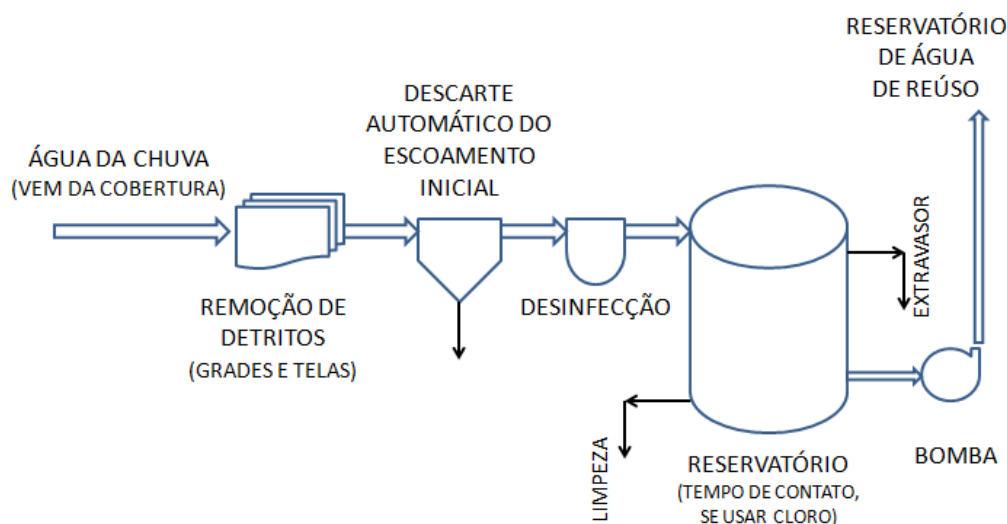


Figura 4 – Tratamento das águas pluviais das coberturas, para reuso não potável.

9.2 – O consumo nas edificações

A Tabela 1 da norma ABNT NBR 5626 – Instalação Predial de Água Fria - informa a vazão nas peças de utilização, em função do aparelho sanitário. Dentre as peças de utilização em que a água de reuso poderia ser utilizada estariam: a torneira de jardim ou lavagem em geral (0,20 l/s); a válvula de descarga para mictório (0,15 l/s); a caixa de descarga para vaso sanitário (0,15 l/s); a válvula de descarga para vaso sanitário (1,70 l/s). As vazões selecionadas teriam que ser multiplicadas pelo tempo de uso de cada peça, no período estabelecido pelo responsável por determinar o consumo a ser atendido pela água de reuso.

Outra referência sobre consumo em diversas tipologias de edificação é a apresentada no Quadro 1, a seguir. Do consumo médio total teria que ser segregado o consumo ao qual a água de reuso seria aplicada. Para consumos como lava rápido de carros (250 litros por veículo) e parques e áreas verdes (2 litros por metro quadrado) o consumo do reuso pluvial predial poderia ser calculado diretamente.

TIPOLOGIA DE EDIFÍCIO	COEFICIENTES DE USO (Consumos médios diários de água)
Aeroportos	10 a 12litros/passageiros
Bares	40litros/m ²
Cinemas	2litros/assento
Creches	50 a 80litros/criança
Edifício de escritórios	50 a 80litros/empregado ou 4 a 10litros/m ²
Escolas (externato)	50litros/aluno
Hospitais	250litros/leito
Hotéis	250 a 350litros/hóspede
Indústrias (para fins higiênicos)	50 a 70litros/operário
Lojas e Estabelecimentos comerciais	6 a 10litros/m ²
Lava rápido automático de carros	250litros/veículo
Lavanderias	1 a 2litros/Kg de roupa
Parques e áreas verdes	2litros/m ²
Residências	200litros/pessoa
Restaurantes	20 a 30litros/refeição preparada
Shopping Centers	4litros/m ²
Teatros	7litros/m ² ou 5 a 10litros/assento

Quadro 1 – Tipologias de edifícios e consumos médios diários de água (Santiago Nunes, 2006).

10. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES.

O tratamento das águas pluviais é mais simples comparativamente ao reuso predial das águas cinzas e negras. Portanto, é recomendável o emprego do reuso pluvial para proprietários ou administradores de imóveis ou empreendimentos, devido à compatibilidade com o conhecimento desse público no que se refere à operação e manutenção de sistemas de tratamento. Ressalvando que esses responsáveis devem levar em conta os requisitos (áreas de telhado, alturas médias de chuva, contaminação, etc.) referentes aos volumes das águas pluviais passíveis de captação, comparados às necessidades de consumo na edificação.

11. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma ABNT NBR 5626 / 1998**. Instalação Predial de Água Fria

_____ **Norma ABNT NBR 10844 / 1989**. Instalações Prediais de Águas Pluviais

_____ **Norma ABNT NBR 13969 / 1997**. Tanques sépticos. Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação.

_____ **Norma ABNT NBR 15527 / 2007**. Água de chuva. Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Requisitos

ATLAS BRASIL. **Abastecimento Urbano de Água**, Panorama Nacional, Volume I, Agência Nacional de Águas – ANA, 2010.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS – CEDAE. **Estrutura tarifária 2013**. Disponível em: <http://www.cedae.com.br/div/Estrutura_Tarifaria_2013.pdf>

DECRETO 23.940 de 30 de janeiro de 2004 do Município do Rio de Janeiro, que torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem.

DECRETO 35745 de 06 de junho de 2012 do Município do Rio de Janeiro, Cria a qualificação QUALIVERDE e estabelece critérios para sua obtenção.

DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, ano XXXVIII – Nº 117 – Parte I – sexta feira – 29 de junho de 2012. Cia Estadual de Águas e Esgotos, estrutura tarifária vigente (agosto de 2012).

DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, ano XL – Nº 115 – Parte I – sexta feira – 27 de junho de 2014. Cia Estadual de Águas e Esgotos, estrutura tarifária vigente (data base de agosto de 2014).

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. **Plano Hidrográfico de bacias.** Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGesto deRecHid/PlanodeRecursosHidricos/index.htm&lang=> >

INSTITUTO DE DEFESA DO CONSUMIDOR – IDEC. **Pesquisa Água, Essencial mas caro.** Disponível em: <http://www.idec.org.br/uploads/testes_pesquisas/pdfs/2007-04-ed109-pesquisa-tarifaagua1.pdf>

LEI 4393 DE 16 DE SETEMBRO DE 2004 DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva.

LEI 4956 DE 20 DE DEZEMBRO DE 2006 DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, que dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de unidade de tratamento de águas servidas em prédios de apartamentos.

LEI 5279 DE 27 DE JUNHO DE 2011, cria no Município do Rio de Janeiro o Programa de Conservação e Uso Racional da Água.

LEI 12.526 DE 02 DE JANEIRO DE 2007 DO ESTADO DE SÃO PAULO, que estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.

LEI 13.276 DE 04 DE JANEIRO DE 2002 DO ESTADO DE SÃO PAULO, que torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior

a 500,00m² (quinhentos metros quadrados).

NUNES, Riane Torres Santiago. **Conservação da água em edifícios comerciais, potencial de uso racional e reuso em *shopping center***. Dissertação submetida à COPPE da UFRJ em março de 2006.

O GLOBO. **Só 21% dos novos prédios têm itens sustentáveis**. Rio de Janeiro, 22 set 2014. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/imoveis/no-rio-so-21-dos-novos-predios-tem-itens-sustentaveis-14007073>>

PEREIRA JUNIOR, José de Sena. **Tarifas dos Serviços Públicos de Água e Esgotos no Brasil**. Câmara dos Deputados, Biblioteca Digital Câmara, 2007.

PORTAL DO INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>

SABERES, CONHECIMENTOS E CONTROLE SOCIAL NO PARLAMENTO DAS ÁGUAS: ESTUDO DE CASO DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BAIÁ DA GUANABARA (CBH BG), RIO DE JANEIRO.

Marcelo Aranda Stortti

INTRODUÇÃO

Entre o ano de 2014 e 2015 diversas matérias jornalísticas de diferentes meios de comunicação falavam na maior crise hídrica da história do Sudeste. Porém, moradores de diferentes municípios da Baixada Fluminense, localizada na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, sofrem a mais de 50 anos com a falta de acesso a água e ao saneamento básico. Esse fato fica evidenciado nas palavras dos moradores dessa localidade, como podemos observar abaixo:

“Já chegamos há passar 20 dias sem água. Às vezes, o meu marido e o meu filho não dormem à noite, esperando que alguma água chegue para ligar a bomba e encher a caixa d'água”, contou Maria dos Anjos, aposentada de 73 anos (MARINS, p. 17, 2015).

E como essa crise chegou nesse patamar?

Será que uma das hipóteses dessa crise está relacionada ao modelo de gestão das empresas dessa área? Para MARINS (2015) as empresas têm priorizado os acionistas em detrimento da sociedade. Dessa forma, é preciso aprofundar a análise sobre a nossa eterna crise hídrica, em comunidades mais pobres, buscando refletir sobre a idéia central estabelecida em nossa sociedade que água é uma mercadoria, podendo se tornar no futuro uma nova “commodity”¹ brasileira.

¹ São artigos de comércio, bens que não sofrem processos de alteração (ou que são pouco diferenciados), como frutas, legumes, cereais e alguns metais. Como seguem um determinado padrão, o preço das commodities é negociado na Bolsa de Valores Internacionais, e depende de algumas circunstâncias do mercado, como a oferta e demanda.

Muitos pesquisadores, ambientalistas e ativistas sociais acreditavam que a criação e implementação da Lei Brasileira das Águas (Lei nº 9.433/1997) que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos promovendo a descentralização da gestão em todo o território nacional, baseada em instrumentos econômicos e na participação pública no processo decisório ocasionaria uma mudança de mentalidade na gestão da água (BRAGA et al 2008). Isso fica mais evidente no artigo 37e 38 dessa Lei (BRASIL, 1997), que cria os Comitês de Bacias Hidrográficas e define as suas competências, tais como: promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos; aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia; acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo (BRASIL, 1997).

Porém, quando pensamos que descobrimos a solução, logo que surge outro problema.

Como afirma Porto-Gonçalves (1984, p.20)

“Na medida em que a lei serviria para coibir certas práticas é necessário para que se atente para quem as praticas e quem vai ser o agente coator.

É do senso comum das pessoas que é de responsabilidade do Estado o exercício exclusivo da repressão.

Como está estabelecido na Lei 6.938/1981 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente e criou o Conselho Nacional de Meio Ambiente cuja principal

competência é criar normas para coibir práticas criminosas contra o meio ambiente, como definido no artigo 8 desta supracitada lei, que determina no item VI e VII estabelecer normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, bem como, ao controle e a manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos (MEDAUR, 2011).

Não construir junto com todos os segmentos da sociedade as Políticas Nacionais relacionadas aos temas ambientais.

A partir desse arcabouço legal podemos imaginar que esse “ente” o Estado é um “ser” neutro, sem desejos próprios, que existiria para preservar um bem comum o meio ambiente e tornar a sociedade sustentável (PORTO-GONÇALVES, 1984).

A importância da ocupação dos espaços de decisão coletiva. "A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades nos Comitês de Bacias Hidrográficas.

Para Paulo Ferreira, Secretário Nacional de Saneamento/Ministério das Cidades, o “controle social realizado por órgãos colegiados é um instrumento indispensável para garantir a participação dos diversos setores da sociedade nas discussões e decisões relevantes para a população” (MARINS, 2015)

A participação efetiva dos usuários e o controle social da quantidade e da qualidade da água têm aumentado com resultados positivos, que necessitam ser universalizados no país (BRASIL, 2002).

Portanto é fundamental, como enfatizam Porto e La Laina Porto (2008) e Tundisi & Matsumura Tundisi (2012), que a integração entre pesquisa e gerenciamento seja efetivada em todas as bacias hidrográficas do país.

OBJETIVO DA PESQUISA

Analisar a participação e o controle social da sociedade civil no Comitê da Bacia Hidrográfica da Baía da Guanabara (CBH BG), Rio de Janeiro.

METODOLOGIA

Essa pesquisa foi dividida em duas partes: a primeira do tipo documental e a segunda uma observação participante.

A pesquisa documental pode ser definida como uma forma de coleta de dados direcionada a documentos de qualquer tipo (fontes primárias) (MARCONI; LAKATOS, 2010). IGLESIAS; GÓMEZ (2004) afirmam que o tratamento documental tem por objetivo descrever e representar o conteúdo dos documentos de uma forma distinta da original, visando garantir a recuperação da informação nele contida e possibilitar seu intercâmbio, difusão e uso. Para BARDIN (1997) essa técnica pode ser considerada como o tratamento do conteúdo de forma a apresentá-lo de maneira diferente da original, facilitando sua consulta e referência, isto é, tem por objetivo dar forma conveniente e representar de outro modo essa informação, por intermédio de procedimentos de transformação. Esse tipo de pesquisa utiliza os documentos persistentes e continuados, podemos citar como exemplo os documentos governamentais (GIL, 2008), os quais são investigados a fim de se poder descrever e comparar usos e costumes, tendências, diferenças e outras características, estudando a realidade presente (CERVO & BERVIAN, 2002). Esses documentos escritos proporcionam informações que facilitam a compreensão dos fatos e relações, isto é, possibilitam conhecer o período histórico e social das ações e reconstruir os fatos e seus antecedentes, pois se constituem em manifestações registradas de aspectos da vida social de determinado grupo (OLIVEIRA, 2007). Além disso, esse tipo de análise permite a localização, identificação, organização e avaliação das informações contidas no mesmo, além da contextualização dos fatos em determinados momentos (MOREIRA, 2005).

De todos os documentos escritos referentes ao CBHBG no qual foi realizada a pesquisa, selecionamos aqueles que faziam referência aos saberes, conhecimentos e ações relacionadas ao controle social.

A observação participante

Para PATTON (2002) compreender a complexidade das situações, a participação direta e a observação do fenômeno de interesse pode ser o melhor

método de pesquisa. Nesse tipo de pesquisa a observação necessita ser previamente sistematizada, mediante um roteiro, de acordo com os objetivos da pesquisa (QUEIROZ et al., 2007). Na observação participante, o observador coloca-se na posição dos observados, devendo inserir-se no grupo a ser estudado como se fosse um deles, pois assim tem mais condições de compreender os hábitos, atitudes, interesses, relações pessoais e características do funcionamento daquele grupo (BARDIN, 1997). Isso requer que o observador torne-se parte do universo investigado para entendimento do contexto das ações e apreensão dos aspectos simbólicos que o permeiam (PROENÇA, 2008). Esta é, portanto, uma técnica que possibilita o conhecimento através da interação entre o pesquisador e o meio, propiciando uma visão detalhada da realidade (QUEIROZ et al., 2007). A observação participante como técnica exige uma sistematização prévia (roteiro de observação) que deve focar os objetivos da investigação, a fim de fundamentar o planejamento de estratégias para o melhor desenvolvimento das ações no âmbito estudado (QUEIROZ et al., 2007). Esse método de coleta de dados é muito pertinente quando se pretende apreender o máximo de conhecimento dinâmico sobre dada situação ou fenômeno (MINAYO; DESLANDES, 1998).

A unidade de análise é o Comitê da Bacia Hidrográfica da Baía da Guanabara (CBHBG), órgão colegiado que compõe o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, o qual foi criado no ano de 2006 e que tem atuação na gestão hídrica dessa bacia até a atualidade. E os sujeitos dessa pesquisa são os conselheiros eleitos para um mandato desse comitê.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Comitê da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá, foi criado pelo Decreto Estadual nº 38.260/2005. A missão desse comitê foi definida como articular os seguintes segmentos: Poder Público, Usuários e a Sociedade Civil para soluções de proteção, conservação e recuperação dos corpos d'água, viabilizando o uso sustentável dos recursos naturais, a recuperação ambiental e a conservação dos corpos hídricos,

quanto aos aspectos de quantidade e qualidade das águas da Bacia Hidrográfica (Decreto Estadual nº 38.260/2005).

Ao analisar os documentos do CBH BG observamos que as atas das reuniões, o regimento interno e o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara foram os documentos que registraram as temáticas abordadas nesse comitê, bem como, os saberes, conhecimentos e os embates para o controle social. Sobre as atas das reuniões observamos que as mesmas apresentam os temas debatidos e algumas ponderações sobre esses temas. Ao realizarmos a observação participante e ouvirmos a gravação das reuniões ficou claro a ausência e o silenciamento das falas (saberes e conhecimentos) dos representantes dos movimentos sociais. Além disso, vários debates foram esvaziados das reuniões do comitê ao se utilizar a estratégia de recorrer ao regimento interno do mesmo, como uma camisa de força, que dificultava os debates e direcionava o aprofundamento da análise de um tema para as câmaras técnicas. Outro fator que contribuiu para o direcionamento dos debates e o enfraquecimento da participação, diálogo de saberes e o controle social dos movimentos sociais foi a definição das pautas das reuniões do comitê serem debatidas antes pelo grupo da diretoria executiva. Os temas debatidos no comitê no período de 2012 até 2013 foram os seguintes: implantação, Homologação e funcionamento dos Subcomitês; participação do CBH-BG no processo eleitoral do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI); Agência Delegatária; Câmaras Técnicas; Aprovação de documentos e Ofícios para diferentes órgãos do governo; dutos do COMPERJ; Plano de Investimento do comitê; contra partida para projetos de saneamento Maricá e Belford Roxo; licenciamento do Duto do COMPERJ e lançamento do material de dragagem do canal da Baía de Guanabara; implantação e monitoramento do SIG da Baía de Guanabara; Secretaria Executiva Provisória; estatuto da Associação Delegatária; Andamento dos trabalhos das Câmaras Técnicas CTIL; CTIG; CTAP; CTEM; Andamento dos trabalhos dos Subcomitês; Ajuste da data término do mandato dos membros dos subcomitês; Proposta de resolução que dispõe sobre as faltas das instituições não previstas no regimento interno e câmaras técnicas e outras questões relacionadas com o regimento interno; informes sobre a Rio + 20 e os problemas da bacia.

A partir dos temas apresentados anteriormente, podemos observar a dificuldade desse comitê em atender aos objetivos de sua missão, de promover a troca de saberes entre os seus membros, bem como, de realizar o controle social das políticas e dos recursos públicas relacionadas a água nessa bacia hidrográfica. Os movimentos sociais tinham a percepção que o grupo da diretoria, principalmente o governo e o empresariado estavam colocando os seus temas de interesse na pauta e dificultando a entrada de temas ligados aos outros setores da sociedade presentes nesse comitê. Provavelmente, a estratégia de criar os subcomitês tenha sido uma maneira dos diferentes segmentos da sociedade que não se sentiam plenamente contemplados nas suas demandas, criar um espaço para a ampliação do diálogo de saberes e do controle social dentro do comitê.

Um exemplo que retrata a fragilidade do controle social exercido pelos membros desse comitê, pode ser mais bem observado na aprovação da alocação de recursos financeiros da subconta desse Comitê, depositados no Fundo Estadual (FUNDRHI), para serem aplicados no financiamento dos planos de saneamento, Água e Esgoto de alguns Municípios dessa região. Depois da aprovação desses recursos os membros do comitê não elaboraram o termo de referência, nem o edital para a contratação da instituição que executaria os planos. Esses documentos, as datas do edital e os critérios de seleção nunca foram explicados pela Secretaria Estadual do Ambiente e nem pela diretoria do comitê. Para piorar a situação, durante a execução deste serviço, membros do comitê criticaram em reuniões específicas que o processo de execução desse trabalho não estava atendendo as demandas do comitê, porém a instituição executora desse contrato não alterou em nada os seus procedimentos, resultando em um documento final que mais parecia uma “bricolagem” de textos e não contribuía em nada para uma análise mais profunda dos problemas e demandas do comitê. Essa prática corrente da política pública em promover a desinformação e não praticar a transparência de informação e de recursos a serem gastos e já executados, descumprindo a Lei nº 12.527/2011.

Brito e Formiga-Johnsson (2009) analisaram as atas das reuniões do comitê entre 2005 e 2007 e observaram a ênfase dada pelos seus participantes nesse período na estruturação do Comitê, principalmente do regimento, sendo os primeiros anos do comitê muito confusos e marcados pela fraca participação dos municípios.

Além disso, nesse período o comitê não contava com o apoio efetivo do governo do estado, o que dificultou sua estruturação, situação que mudou com a instituição do INEA em 2009. Outro fator marcante desse período foi a elaboração do “Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Guanabara”, financiado com recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), sob a coordenação do governo (Secretaria de Estado de Meio Ambiente) e elaborado pela empresa de consultoria Ecologus/Agrar (CONSÓRCIO ECOLOGUS/AGRAR, 2005). Segundo Brito e Formiga-Johnsson (2009) o comitê não participou da elaboração desse plano porque ainda não estava oficialmente constituído.

Esses dados reforçam os argumentos apresentados anteriormente que a participação dos membros desse comitê nos debates mais importantes ou nas questões que influenciam as políticas públicas é quase nula.

Para Costa (2013) a literatura sobre participação popular nas políticas públicas, costuma citar como pontos positivos dessa participação os seguintes itens: participação da população na definição da prioridade de alocação de recursos públicos, maior controle do gasto do dinheiro público e efetividade na fiscalização das ações, bem como, fator educacional na promoção da cidadania.

Desses itens elencados só o último foi efetivamente vivenciado, pois os demais, nesse momento, só ocorreram quando o governo tinha algum tipo de interesse em legitimar as suas propostas ou atender a demandas privadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos perceber que as políticas governamentais são desenhadas a partir de embates, conflitos e debates de representações sociais entre grupos e sujeitos, expressando interesses em disputa. Esse processo reflete os acordos momentâneos e dinâmicos, com base nos contextos históricos de cada sociedade. Portanto, é importante ressaltar que mesmo a construção de uma política pública formal ultrapassa os limites dos governos e de suas instituições oficiais, infelizmente se confunde a política de Estado com a política de governo e seus respectivos grupos de interesse (empresas que patrocinam as campanhas e seus candidatos).

Os políticos profissionais são antes de tudo atores sociais, que dialogam para além das fronteiras institucionais, e que trazem para dentro do debate governamental, as questões da vida privada e seus interlocutores privilegiados. As demandas da sociedade se formam e se transformam a partir da interação entre os diferentes atores sociais. É na disputa em torno de diferentes projetos ideológicos e suas respectivas representações da sociedade que grupos com maior ou menor poder conseguem garantir a implementação de determinados tipos de políticas públicas.

É nesse sentido que reconhecemos que a política tem a ver com o exercício do poder e que as decisões são a expressão de uma correlação de forças, com arranjos sociais que se impõem uns frente aos outros. Mas este também não é um processo estático, visto que a correlação de poder é distinta e variável.

Portanto, esta compreensão da construção coletiva da política pública vai muito além de seu entendimento a partir do texto legal ou do programa governamental. Ou seja, uma política formal expressa parcialmente as regras e padrões de funcionamento de uma dada coletividade, pois não há política que consiga abarcar o conjunto de todos os pactos e práticas sociais estabelecidas no âmbito de um determinado território e de suas instituições. De qualquer maneira, pode-se dizer que uma política pública será sempre por definição momentânea, porque está sujeita a revisões e reinvenções no cotidiano das práticas e dos saberes daquele momento. Mas o resultado final de uma política pública pode ser considerado como um longo processo de negociação, sujeito a revisões e reformulações. Assim, nenhuma política dará conta de atender a todas as questões e/ou problemas que perpassam o ambiente socioambiental de um determinado contexto.

Determinados temas que permeiam as práticas e os saberes de um grupo social podem ou não constituir-se em problemas que serão objeto de disputa entre os atores sociais para sua inserção no âmbito de uma agenda de Estado.

A partir desta perspectiva, assumimos que tanto a política como o conhecimento são exercícios de poder (FOUCAULT, 1987) e que os sujeitos exercem o poder uns sobre os outros, defendendo seus interesses e pressionando por decisões a partir de suas visões de mundo. Poderíamos dizer que analisar uma

política é, neste sentido, analisar o poder em ação, analisar o processo de formulação e tomada de decisões nos diferentes âmbitos de atuação da política.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L.. **Análise de conteúdo**. Lisboa: ed 70, 1997.

BRITTO, A. L., FORMIGA-JOHNSON, R. M.. **Gestão participativa e integrada das águas na região metropolitana do Rio de Janeiro: uma análise do funcionamento dos comitês de bacia hidrográfica**. VIII Congresso Ibérico sobre Planejamento e Gestão da Água. Disponível em: <<http://revistas.lis.ulusiada.pt/index.php/8cigpa/article/view/332>>. Acesso em: 20 jan 2014.

CASTRO, C. **Águas do Rio de Janeiro: da Metrópole com Riscos à Metrópole dos Riscos**. Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CONSÓRCIO ECOLOGUS/AGRAR, **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Guanabara**. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2005.

COSTA, M. A. M.. **OS FLUXOS DA ÁGUA NA METRÓPOLE: usos múltiplos e gestão participativa na Baía de Guanabara (RJ)**. Tese de Doutorado em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

FOUCAULT, M.. **Arqueologia do saber**. Rio de Janeiro: Forense universitária, 1987.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

IGLESIAS, M. E. D.; GÓMEZ, A. M. M.. **Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso**. ACIMED, Ciudad de La Habana, v. 12,

n. 2, p. 1-5, mar./abr. 2004.

LIMA, M. A. D. da S.; ALMEIDA, M. C. P.; LIMA, C. C.. **A utilização da observação participante e da entrevista semiestruturada na pesquisa em enfermagem**. Rev. Gaúcha Enferm., Porto Alegre, v. 20, n. especial, p. 130-142, 1999.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARINS, C.. **Crise da água acende debate sobre governança hídrica**. Em Movimento. ano 6, n. 12, jan/fev/mar, 2015.

MEDAU, O. (org.) **Coletânea de legislação ambiental**. São Paulo: Editora revista dos Tribunais. 2011.

MERCADO-MARTÍNEZ, F. J. **O processo de análise qualitativa dos dados na investigação sobre serviços de saúde**. In: BOSI, M. L. M.; MERCADO, F. J. (Org.). **Pesquisa qualitativa de serviços de saúde**. Petrópolis: Vozes, 2004. p. 137-174.

MICHEL, M. H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 2009.

MINAYO, M. C. de S.; DESLANDES, S. F.. **A complexidade das relações entre drogas, álcool e violência**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 35-42, jan./mar. 1998.

MOREIRA, S. V.. **Análise documental como método e como técnica**. In: DUARTE, J.; BARROS, A. (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2005. p. 269-279.

OLIVEIRA, A. A. P.. **Análise documental do processo de capacitação dos multiplicadores do projeto “Nossas crianças: Janelas de oportunidades” no**

município de São Paulo à luz da Promoção da Saúde. 2007. 210 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Coletiva) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PATTON, M. Q.. **Qualitative research and evaluation methods.** Thousand Oaks, Califórnia: Sage Publications, 2002. 688 p.

PIMENTEL, A.. **O método da análise documental:** seu uso numa pesquisa historiográfica. Cad. Pesquisa, São Paulo, n. 114, p. 179-195, nov. 2001.

PROENÇA, W. de L.. **O método da observação participante.** Rev. Antropos, Brasília, v. 2, n. 1, p. 8-31, 2008.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Paixão da Terra:** ensaios críticos de ecologia e geografia. Rio de Janeiro:Rocco:Pesquisadores Associados em Ciências Sociais-SOCII.1984.

TRIVIÑOS, A. R. S.. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2008.

QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM ÁREA URBANA

Rodrigo Mazza Guimarães

Alfredo Akira Ohnuma Júnior

Luciene Pimentel da Silva

Marcia Marques Gomes

1. OBJETIVOS

Analisar a qualidade das águas pluviais em diferentes volumes de captação e armazenamento, baseados na NBR 15527:2007 e a Lei Municipal nº 2.856/2011 Niterói-RJ. Propor alternativas de tratamento para diferentes formas de consumo de água.

2. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da civilização, ocorreu aumento na demanda das águas superficiais e subterrâneas para suprir as atividades humanas. O consumo urbano da água trata-se de um fator de forte impacto no ciclo hidrológico (FURUMAI, 2008). A degradação destes recursos se dá por fatores como: poluição, desperdício e falta de políticas públicas sobre a conservação dos recursos hídricos (IBGE, 2012). Buscando a implementação de estratégias para a melhor gestão dos recursos hídricos a utilização de águas pluviais como fonte hídrica alternativa, ganha importância diante desse cenário. Além de ser uma fonte hídrica de fácil acesso em muitas regiões, estudos demonstram que sua qualidade permite sua utilização em atividades não potáveis, resultando em economia nas águas de abastecimento convencional (PEIXE, 2012).

A relação com os poluentes atmosféricos é de fundamental importância na análise da qualidade das águas pluviais. Da mesma forma, o percurso em superfícies de captação, com elevada concentração de poluentes devido à deposição seca em períodos de estiagem também deve ser considerado fator de

poluição. Embora a coleta da água de chuva esteja presente em legislações de municípios brasileiros, normas específicas para especificação do seu uso ainda é escassa (OHNUMA JR et al., 2013).

Portanto, para se fazer uso deste recurso é necessário a análise de alguns fatores como: composição química dos eventos de precipitação; complexidade e dinamismo dos processos atmosféricos associado aos processos hidrológicos; emissões e imissões de gases (OHNUMA JR et al., 2013).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de Amostragem

A área de instalação do sistema de captação e armazenamento de águas pluviais encontra-se localizada nas dependências do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira ou Colégio de Aplicação (CAp-UERJ) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, no bairro do Rio Comprido, região norte do município do Rio de Janeiro-RJ. O CAp-UERJ encontra-se em região densamente urbanizada, com intenso tráfego de veículos, sobretudo nas proximidades do Elevado Paulo de Frontin, sentido ao Túnel Urbano Antônio Rebouças (Figura 1). A superfície de captação é o telhado metálico da quadra poliesportiva com área de 75m² e composto por calhas metálicas e condutores verticais em PVC. O sistema de armazenamento compreende sistema separador de sólidos, separador de fluxo ou first flush, filtro de entrada, reservatório de armazenamento para 2500 litros, sifão extravasor, medidor de nível e pontos de coleta (Figura 1 anterior).

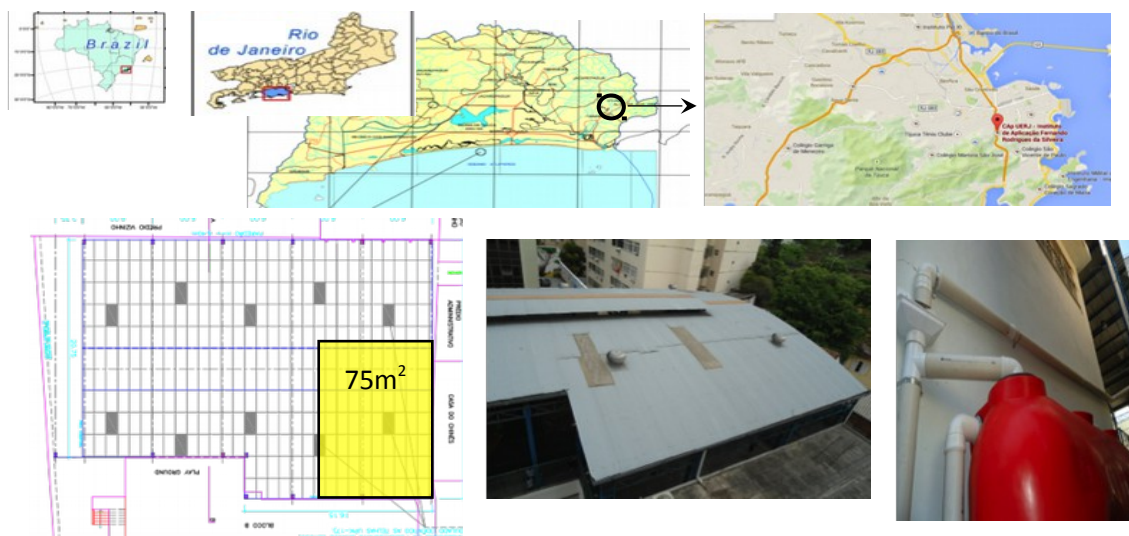


Figura 1: Localização do experimento no CAP-UERJ, no bairro Rio Comprido-RJ e planta baixa com o sistema de captação e armazenamento de águas pluviais.

3.2 Análises

As amostras são coletadas após cada evento de precipitação para análise com a sonda multiparâmetros da Horiba modelo U52. As análises consistem de parâmetros físico-químicos como: temperatura, pH, condutividade elétrica, OD, turbidez e SDT. Além disso, foram realizadas análises de colimetria ex situ de forma esporádica em laboratório especializado.

O sistema contempla quatro pontos de coleta e amostragem para diferentes volumes de armazenamento: precipitação direta (PD), first flush (FF), reservatório (R) e volume morto (VM) - Figura 2. A precipitação direta (PD) é a amostra sem a interferência do sistema de captação, com influência apenas das condições atmosféricas locais. O first flush (FF) é o volume que corresponde ao separador de fluxo, ou seja, volume inicial da chuva separado após passar pela superfície do telhado e antes de chegar ao reservatório principal. A capacidade de armazenamento do first flush é a relação do volume armazenado com a área de cobertura ou de captação das águas pluviais, sendo atualmente cerca de 0,5mm. O volume de reservação (R) é a água armazenada no reservatório principal, com volume de aproveitamento controlado pelo nível do volume morto (VM). Os resultados obtidos são comparados com NBR 15527:2007 e a Lei Municipal nº 2.856/2011 Niterói-RJ e sugerir possíveis tratamento. O período de amostragem

compreende junho 2013 a maio de 2015, com base nos eventos de precipitação observados pelo monitoramento do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Município do Rio de Janeiro (ALERTA RIO, 2015), a partir da Estação Tijuca4, distante 1800m do local do experimento.



Figura 2: Estações de amostragem do sistema de captação de água de chuva do Cap-UERJ.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Turbidez

A turbidez é uma propriedade ótica da água, ela representa a atenuação da luz ao atravessar uma determinada amostra de água (CETESB, 2012). Esta atenuação é provocada pelas partículas orgânicas e inorgânicas contidas na água. A turbidez resulta do espalhamento e absorção da luz incidente pelas partículas presentes na água (orgânicas ou inorgânicas), os níveis de turbidez variam normalmente entre 1 e 1.000 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez), os níveis podem ser acrescidos pela presença de poluição por matéria orgânica (CHAPMAN; KIMSTACH, 1992). É comum a turbidez apresentar boa correlação com os parâmetros, cor, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais. No presente monitoramento a turbidez variou de 0,0 até 382,0 UNT com média geral de $29,5 \pm 69,9$ UNT (Figura 3). Vale ressaltar que o desvio padrão superior à média

representa a alta variabilidade dos resultados em relação aos pontos amostrados. Isto ocorre principalmente devido as amostras provenientes do First-Flush. A NBR 15527:2007 estipula o valor máximo de 2,0 UNT para usos mais restritivos e 5,0 UNT para usos menos restritivos assim como a Lei Municipal 2.856/2011 Niterói. Logo, todas as estações amostradas apresentaram desconformidade com a legislação adotada sendo necessário tratamento para adequação das mesmas.

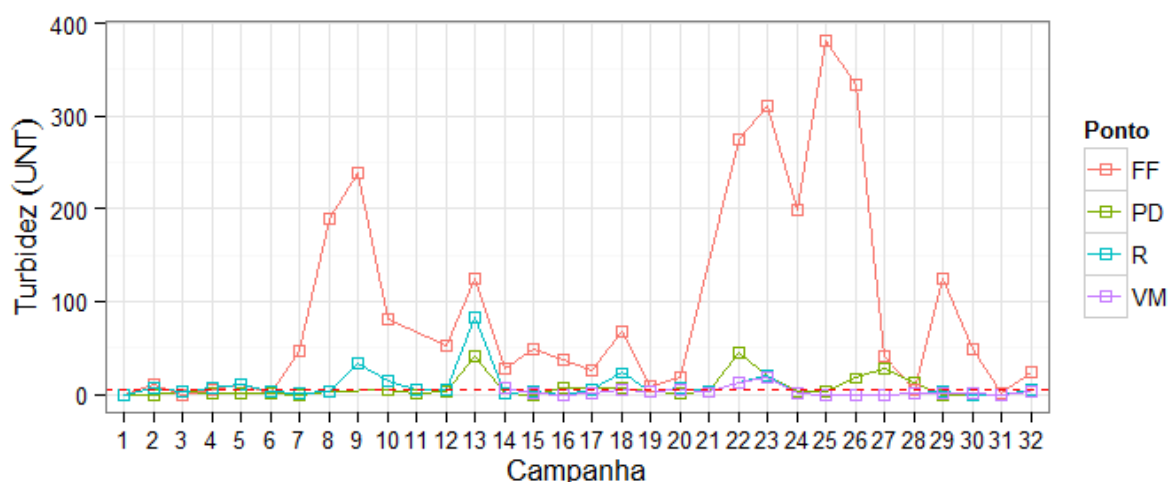


Figura 3: Variação da turbidez (UNT) nos quatro pontos de amostragem do sistema de captação de chuva do CAP-UERJ.

4.2 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons de hidrogênio presente na amostra dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade e alcalinidade (BAUMGARTE; POZZA, 2001). Trata-se de um parâmetro fundamental em ambientes aquáticos (ESTEVES, 2011). A água da chuva por ser naturalmente ácida é possível que seja necessário um processo de equalização para utilização da mesma (PEIXE, 2012). A área de amostragem se encontra perto de influência de poluentes químicos provocados pela queima de combustível fóssil por parte dos automóveis o que pode agravar ainda mais a condição de acidez da água captada e armazenada (OHNUMA JR et al., 2013). O pH ao longo do monitoramento oscilou entre 3,6 e 6,5 com média geral de $5,4 \pm 0,6$

(Figura 4). A NBR 15527:2007 estabelece a faixa de pH de 6,0 a 8,0 com objetivo de se evitar danificações nas tubulações de carbono e aço galvanizado. Enquanto a Lei Municipal 2.856/2011 estabelece a faixa de variação entre 6,0 e 9,0. No geral as amostras apresentaram caráter ácido e, portanto, em desconformidade com as duas legislações supracitadas.

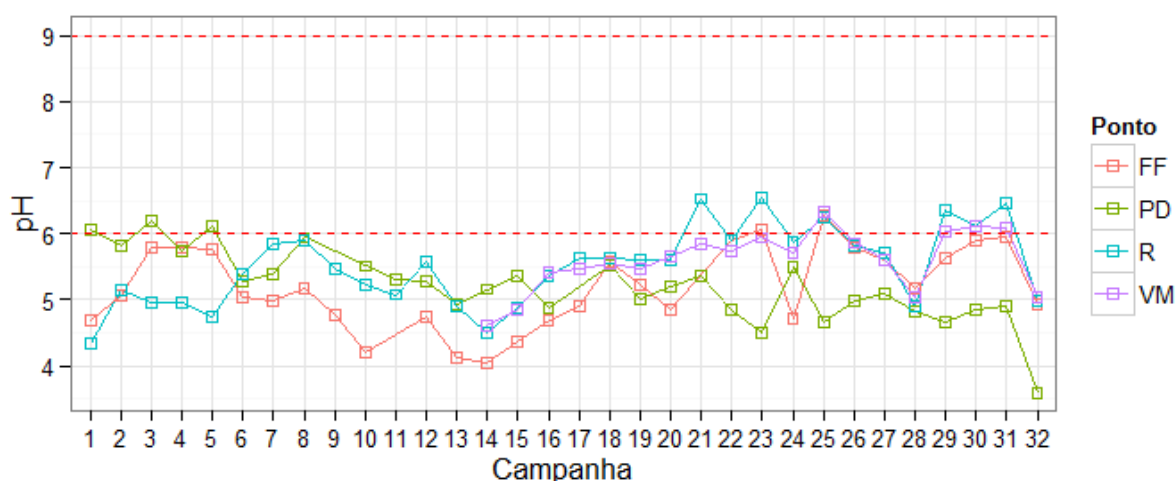


Figura 4: Variação do pH nos quatro pontos de amostragem do sistema de captação de chuva do CAP-UERJ.

4.3 Sólidos Dissolvidos Totais

Os sólidos suspensos totais representam o material que fica retido em filtro de porosidade de 0,45 μm após a etapa de filtração (APHA; AWWA; WEF, 1999). Sua importância está no transporte de matéria orgânica e diversos contaminantes entre ambientes e entre a coluna d'água e os sedimentos (GOÑI et al., 2005). Muitos metais se associam às partículas, caracterizando-as como veículos de transporte. Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) corresponde à porção da amostra que passa através de um filtro de 0,45 μm , ou seja, resíduos filtráveis. No presente trabalho a concentração de sólidos dissolvidos totais variou de 0,1 a 758,0 mg.L^{-1} com média geral de $58,0 \pm 93,0 \text{ g.L}^{-1}$ (Figura 5). A exemplo da turbidez supracitada as amostras com maiores valores foram novamente referentes ao first-flush enquanto as demais estações apresentaram valores semelhantes. Ademais, o desvio padrão maior que a

própria média indica a alta variabilidade entre os pontos amostrados. A NBR 15527:2007 não cita quaisquer valores em relação a concentração de sólidos dissolvidos totais, contudo, a Lei Municipal nº2.586/2011 de Niteró estabelece o máximo de até 200 mg.L⁻¹. Logo, dentre as estações amostrada apenas referente ao first-flush apresentaram desconformidade.

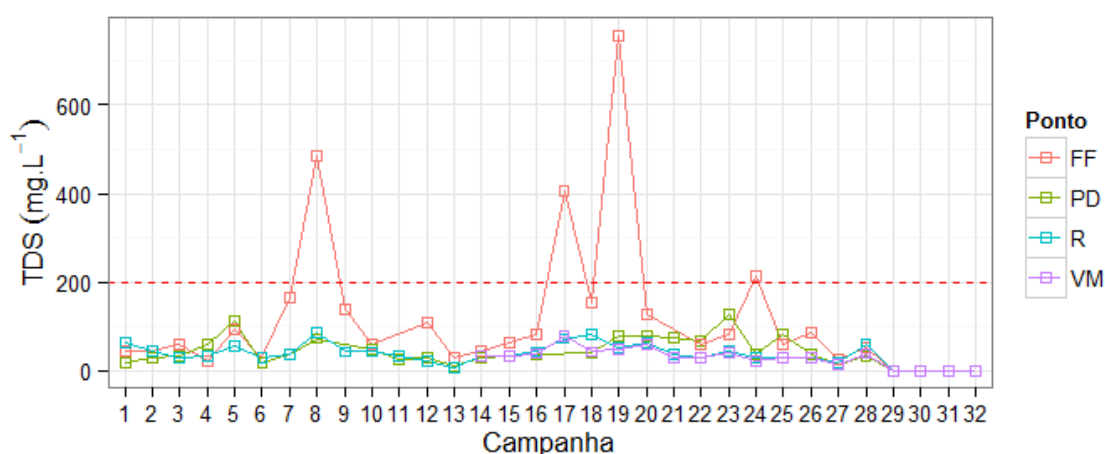


Figura 5: Variação do total de sólidos dissolvidos (mg.L⁻¹) nos quatro pontos de amostragem do sistema de captação de chuva do Cap-UERJ.

4.4 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é essencial para todas as formas de vida presentes no meio aquático, inclusive aos organismos responsáveis pelos processos de autodepuração em águas naturais (bactérias) (CCME, 1999; CHAPMAN; KIMSTACH, 1992). Comumente é utilizado para a determinação do estado trófico. Além disso, a aferição do OD é uma medida indireta de avaliação de atividade microbiana no meio. No presente estudo o OD oscilou entre 1,74 e 9,74 mg.L⁻¹ com média de $6,2 \pm 1,9$ mg.L⁻¹ (Figura 6). Vale ressaltar que não foram observadas condições anóxicas em nenhuma amostra, ou seja, todas as amostras apresentaram condições de oxigenação satisfatória, sobretudo por estarem de acordo com a Lei Municipal nº2.586/2011 de Niterói/RJ que estabelece a oxigenação mínima de 2,0 mg.L⁻¹.

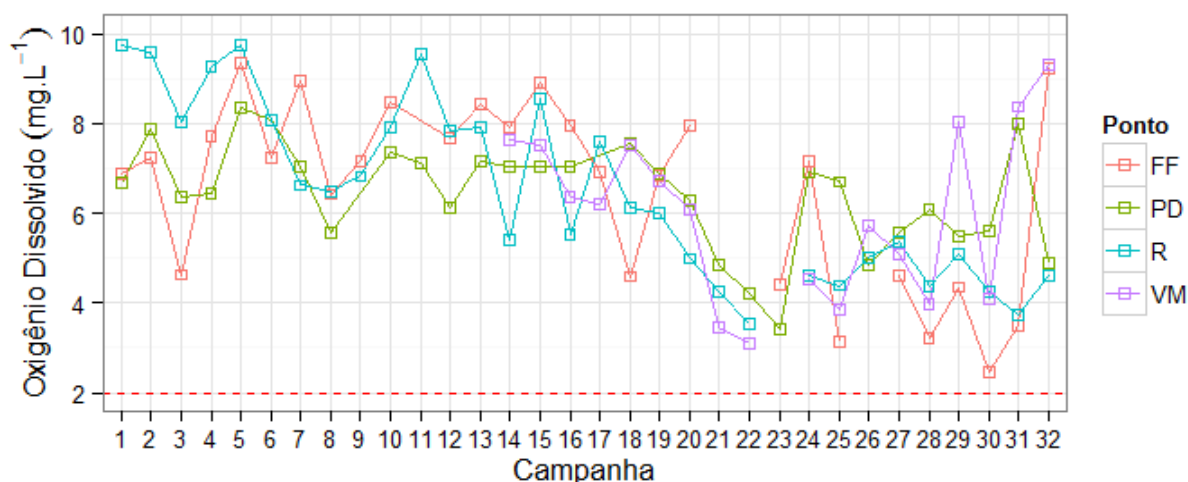


Figura 6: Variação do oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) nos quatro pontos de amostragem do sistema de captação de chuva do CAP-UERJ.

4.5 Colimetria

Microrganismos do grupo dos coliformes são utilizados há anos como indicadores da qualidade da água. A nomenclatura de coliformes fecais se encontra em desuso, pois estes coliformes não são de origem exclusivamente fecal, no entanto, devido à sua boa correlação com o coliforme indicador de contaminação fecal *Escherichia coli* (*E. coli*) esta nomenclatura popularizou-se. A nomenclatura mais apropriada é a de coliformes termotolerantes (BASTOS et al., 2000) que por definição, são coliformes capazes de fermentar a lactose a 44-45°C (CETESB, 2012). Apesar das limitações atribuídas a este método, ele ainda é amplamente utilizado como indicador da qualidade da água (BASTOS et al., 2000; CETESB, 2012). Além das análises com a sonda foram realizadas análises ex-situ de colimetria mediante condições de projeto, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises de colimetria realizadas *exsitu* no sistema de captação do Cap-UERJ.

Campanhas	Estações	Coliformes Totais	<i>Escherischia Coli</i>
30/05/2014	<i>First-flush</i>	13,0	nd
	Precipitação Direta	nd	nd
	Reservatório	nd	nd
	Volume morto	4,6	nd
11/06/2014	<i>First-flush</i>	nd	nd
	Precipitação Direta	6,8	nd
	Reservatório	nd	nd
	Volume morto	nd	nd
12/12/2014	<i>First-flush</i>	nd	nd
	Precipitação Direta	nd	nd
	Reservatório	nd	nd
	Volume morto	nd	nd

Em cerca de 90 % das amostras não foram detectados nenhum organismo referente a coliformes. Os organismos denominados coliformes fecais podem ser oriundos de degradação de matéria orgânica como folhas e galhos, no entanto os resultados não detectaram a presença deste parâmetro. Os organismos que melhor representam contaminação fecal são da espécie *Escherischia Coli* por estar presente exclusivamente nos tratos digestivos dos animais (BAUMGARTE; POZZA, 2001). Como em todas as amostras não foram detectados organismos referentes a *Escherischia Coli*, pode-se afirmar que o sistema de captação não apresentou contaminação por fecal.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir das análises dos dados foi possível constatar a qualidade inferior das amostras referentes ao volume captado pelo first-flush. Em contrapartida, as

amostras referentes ao reservatório (R) e volume morto (VM) apresentaram qualidade satisfatória para o uso não potável. Contudo, devido ao caráter ácido e elevada turbidez observadas torna-se necessário a equalização do pH pela adição de carbonato de cálcio e filtragem através de membranas. Recomenda-se também a necessidade de cloração para viabilizar o uso sem nenhuma restrição quanto a saúde humana.

6. REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th. ed. [s.l: s.n.].

BASTOS, R. K. X. et al. Coliformes como indicadores da qualidade da água: Alcance e limitações. **Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Porto Alegre: 2000

BAUMGARTE, M. DA G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade de Águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental**. FURG ed. Rio Grande: [s.n.].

CCME. **Canadian Environmnetal Guidelines**. Hull, Quebec: [s.n.].

CETESB. **Relatório da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2011**. [s.l: s.n.].

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. The selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (Ed.). . **Water Quality Assessments**. 1ª. ed. London: Chapman & Hall, 1992. p. 51–120.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FURUMAI, H. Rainwater and reclaimed wastewater for sustainable urban water use. In: **Physics and Chemistry of the Earth**. [s.l: s.n.]. p. 33:340–346.

GOÑI, M. A. et al. **Fluxes and sources of suspended organic matter in an estuarine turbidity maximum region during low discharge conditions**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 63, 2005.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Lei Municipal nº 2.856/2011 de 25 de Jul da Câmara de Vereadores de Niterói, 2011.

OHNUMA JR, A. A. et al. A influência da poluição atmosférica na qualidade das águas pluviais para captação direta,descarte inicial e reservação. XXSBRH, **Anais**. Rio de Janeiro: 2013

PEIXE, C. R. DA S. **Águas Pluviais para usos não potáveis em escolas municipais: estudo de caso na região da baixada de Jacarepaguá, RJ.** [s.l.] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2012.

SISTEMA ECPR – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE EMBARCAÇÕES

Reginaldo Mattos Goulart

TEMA: ÁGUA E SANEAMENTO

OBJETIVO DO TRABALHO:



Desde os primórdios da humanidade, o homem vem produzindo resíduos em suas atividades. Com o avanço da tecnologia, os resíduos que eram praticamente naturais passaram a ser substituídos pelos resíduos sintéticos, cujo período de decomposição na natureza é muito longo (levando até séculos), trazendo sérios danos para o meio ambiente. A população aumentou, ergueram-se grandes metrópoles e em suas periferias o aparecimento das favelas foi inevitável, mas a questão dos resíduos produzidos não era motivo de preocupação por conta das autoridades. Com o tempo, a sucessiva contaminação do solo e do subsolo, dos oceanos, mares, rios e lagoas impulsionaram a proliferação de vetores transmissores de doenças, levando a população a sofrer com epidemias. Com isso, a qualidade de vida deixa de avançar drasticamente nas regiões mais carentes e a natureza passa a reagir sem o separatismo das classes sociais. Hoje, a despesa com a saúde pública e os afastamentos por licença médica começam a preocupar

as lideranças, como consequência da queda da produção nas indústrias, fonte de arrecadação do governo. As atividades do homem no mar e a ocupação sem planejamento de ilhas e arquipélagos vem trazendo diversas consequências negativas para a fauna e a flora marinha, mais uma vez afetando diretamente a vida humana.

Segundo a ***Norma de Retirada de Resíduos de Embarcações - Resolução ANTAQ Nº 2.190 de 28/07/2011***, “verificou-se uma segunda demanda por essa norma quando do surto de Gripe Aviária. Aquela pandemia, altamente letal (mais de 80% dos casos), exigiu das instalações portuárias processar os resíduos de taifa (consumo de bordo) e enfermaria por meio de autoclaves. Esses resíduos foram considerados altamente perigosos. Uma avaliação feita na ocasião mostrou que não havia um controle adequado da retirada de resíduos das embarcações.”

O **Sistema ECPR** foi desenvolvido em função da necessidade urgente de se obter um equipamento eficaz para a coleta de resíduos produzidos por embarcações fundeadas ou em tráfego, evitando o lançamento desses resíduos diretamente em nossas águas.

Segundo a ***Convenção MARPOL 73/78***, o lançamento de resíduos no mar deverá ser feito o mais longe possível da costa, a cerca de 25 milhas náuticas para o material utilizado no escoramento da carga, em forros e revestimentos e material de embalagens que flutuem e 12 milhas náuticas para restos de comida e todos os outros tipos de lixo, inclusive papéis, trapos, vidros, metais, garrafas, louças e rejeitos semelhantes.

A água cobre mais de 70% da superfície do planeta. Por esse motivo, não vemos o tamanho dos danos causados pelo lançamento de lixo e esgoto em todo o mundo.

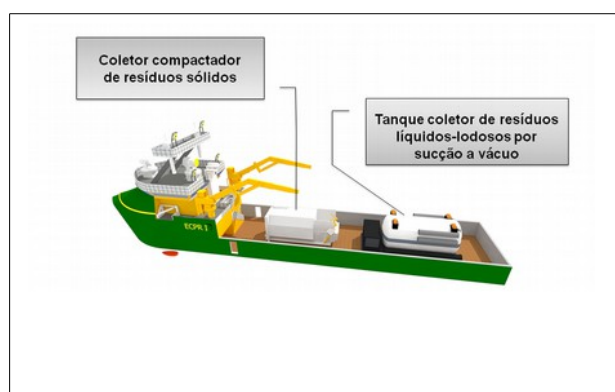
Com o **Sistema ECPR**, todos esses resíduos serão coletados de forma segura, com autonomia e agilidade, contribuindo para a preservação da fauna e flora desses ambientes, melhorando o padrão de vida para todas as comunidades.

Uma grande quantidade de navios de todos os tipos e tamanhos, provenientes de diversas partes do mundo abastecem nos complexos portuários e Industriais, movimentando milhões de toneladas de cargas anualmente em todo mundo. Até atracarem nos terminais portuários, essas embarcações permanecerão

fundeadas na baía por média de até 10 dias. Como efeito, toneladas de resíduos são gerados por essas embarcações e, para onde vão os dejetos orgânicos e inorgânicos inerentes às atividades humanas no mar? Isso sem falar nos demais resíduos potencialmente perigosos originados das operações navais.

Existe uma ampla e variada legislação sobre o assunto, pois o fato é que se todo esse lixo for descartado nos oceanos, os ecossistemas marinhos, assim como todos os demais que com eles interagem, poderiam sofrer graves consequências, não apenas pelo acúmulo de materiais inadequados nocivos ao ambiente, mas também pelo risco de contaminação com produtos tóxicos e disseminação de doenças.

METODOLOGIA UTILIZADA:



Em uma operação simples e de baixo custo, os equipamentos de coleta de resíduos (um coletor-compactador de resíduos sólidos e um tanque coletor de esgoto por sucção a vácuo), serão instalados no convés de uma embarcação de apoio marítimo, tipo supply-boat, mini-supply, ou até mesmo uma balsa autopropulsora ou rebocada, (a partir daqui referida simplesmente como **ECPR**). Os equipamentos poderão ser retirados a qualquer momento, retornando a embarcação a sua configuração original.

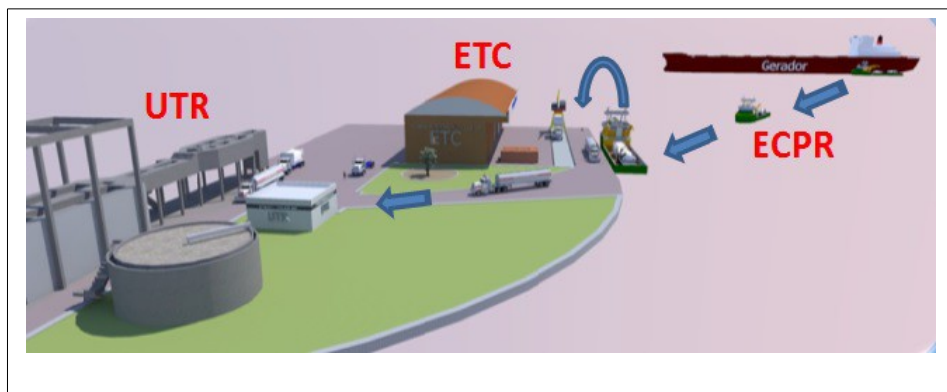
Devidamente equipada, a **ECPR** seguirá até a embarcação geradora de resíduos, atracará a contrabordo e iniciará o processo de coleta. Os resíduos sólidos (lixo domiciliar), serão lançados no coletor-compactador de resíduos sólidos. Se houver resíduos de outras categorias, serão separados e acondicionados em recipientes apropriados para o posterior descarte, seguindo as normas ambientais vigentes. O resíduo líquido-lodoso (esgoto doméstico), será coletado para o tanque coletor por meio de sucção a vácuo, utilizando mangueira semi-rígida com válvula de bloqueio absoluto que se acoplará na saída de esgoto da embarcação.

A **ECPR** está preparada para coletar resíduos em ilhas e em qualquer outra instalação marítima, como por exemplo, plataformas petrolíferas, atuando também com eficiência na remoção de óleo proveniente de derramamentos.

Depois de efetuada a coleta, a **ECPR** retornará para a Estação de Transbordo de Carga (ETC), onde fará a transferência dos resíduos para caminhões apropriados, que levarão os resíduos até a Unidade de Tratamento de Resíduos (UTR), dando assim a destinação correta dos resíduos coletados. Esse processo será acompanhado por um

“Certificado de Retirada de Resíduos de embarcação” ou outro documento previsto em lei. Após a coleta, o Gerador receberá o Certificado, devidamente preenchido, assinado e carimbado pelo Transportador e pelo Receptor, comprovando o cumprimento das normas ambientais vigentes, proporcionando a fiscalização e o monitoramento desses resíduos desde a sua geração até o seu destino final.

O **Sistema ECPR** também prevê a instalação de um complexo independente, composto por um cais para o atracamento das ECPRs, uma Estação de Transbordo de Carga (UTC), onde a ideia é a utilização da mão-de-obra dos catadores da comunidade local que fariam a coleta seletiva do lixo sólido coletado, e que seria vendido para as empresas de beneficiamentos. Já para o esgoto domiciliar, propõe-se a instalação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) compacta, onde o material sólido não decomposto resultante do tratamento seria transformado em adubo e o chorume transformado em fertilizante.



RESULTADOS ESPERADOS:

Segundo texto extraído do **Manual Detalhado de Instalações Portuárias para Recepção de Resíduos – IMO**: “Quaisquer instalações novas também podem ser integradas a outros processos relacionados a transportes por navios projetados para salvaguardar a saúde humana e o meio ambiente, tais como procedimentos de quarentena.

Para as partes da MARPOL 73/78, o fracasso em estabelecer instalações adequadas representa uma quebra das obrigações internacionais e irá aumentar o risco de descargas ilegais dos navios. Onde for possível, os operadores de navios irão preferir portos com bons serviços a um custo razoável.”

Assim, por sua versatilidade o **Sistema ECPR**, pode atuar nos seguintes seguimentos:

Coleta de resíduos de embarcações fundeadas, evitando a interferência com o processo de carga e descarga nos terminais portuários (em atendimento a **Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios – MARPOL 73/78 – Regra 7 “Instalações de Recepção”**);

- Coleta de resíduos em ilhas, onde atualmente o transporte é inadequado;



- Apoio na coleta de resíduos provenientes de derramamento de óleo;



- Coleta de resíduos provenientes de plataformas petrolíferas em alto mar.



Com o início das atividades do **Sistema ECPR**, objetivamos a redução dos impactos ambientais resultantes do lançamento de resíduos no mar por navios e

outras embarcações, buscando a revitalização dos ecossistemas e a proteção da fauna e flora marinha, proporcionando uma melhora da qualidade de vida para os trabalhadores artesanais da atividade pesqueira, do cultivo de ostras e mariscos, do turismo, do lazer e dos esportes náuticos.

A atividade da coleta seletiva em parceria com a comunidade local terá como resultado positivo para essas famílias uma receita extra, sua melhora da condição de vida, e com isso a motivação para a questão da educação ambiental dessas comunidades, retornando o equilíbrio da biodiversidade da fauna e flora marinha, aumentando consideravelmente a oferta e a qualidade do pescado.

Com praias limpas, a atividade hoteleira trará o desenvolvimento para as cidades litorâneas.

CONCLUSÃO/RECOMENDAÇÃO:



Depois de abordados os benefícios propostos pelo **Sistema ECPR**, concluímos que este seja um projeto viável, de utilidade pública nacional (e por que não mundial?), onde a atividade da indústria marinha se adequaria às necessidades urgentes da proteção ao ambiente marinho. Com o apoio da iniciativa pública e privada, obteríamos resultados positivos para a melhora da condição ambiental e social.

Palavras de um pescador: - “Navios não precisam de água limpa para trafegar, mas o homem necessita do mar para sobreviver.”

O lixo que flutua e polui mares e oceanos, pode se transformar em fonte de riquezas. Essa é a colaboração almejada pelo **Sistema ECPR**.

REFERÊNCIAS

CONVENÇÃO Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios. **MARPOL 73/78**

MANUAL Detalhado de Instalações Portuárias para Recepção de Resíduos – IMO

NORMA de Retirada de Resíduos de Embarcações. **Resolução ANTAQ Nº 2.190 de 28 jul 2011**

SISTEMA PARA CONTROLE DE ENCHENTES

Luíza Quaresma Pereira da Silva

Sergio Aníbal González Alonso

Vinícius Costa Furtado da Rosa

ESTUDO DE CASO: A Bacia do Rio Quitandinha – Petrópolis

Parte do Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Católica de Petrópolis, UCP.

RESUMO: Atualmente, a cidade de Petrópolis apresenta problemas crônicos decorrentes de um crescimento intenso e desordenado, caracterizado pela ocupação das encostas. As bacias hidrográficas dos Rios Piabanha e Quitandinha são os principais responsáveis pela macrodrenagem da cidade, que se desenvolveu ao longo das suas margens, e desde então vem se expandindo. O problema de cheias em áreas urbanas torna-se cada vez mais frequente, e proporcionalmente mais graves, especialmente em regiões onde o desenvolvimento urbano e social não aconteceu de forma premeditada ou planejada. Um projeto de drenagem urbana das águas pluviais evita o acúmulo e a retenção nas vias e ruas destas águas, protegendo desta maneira, pedestres, veículos e imóveis que estão construídos ao redor, contra a ação prejudicial dos alagamentos. Cidades já desenvolvidas nem sempre dispõem dos recursos necessários à implantação de infraestrutura, sendo habitual a tomada de decisões que reduzem o problema ao invés de solucioná-lo. Este trabalho sugere métodos de estudo a partir da sub-bacia hidrográfica do Rio

Quitandinha, para controlar e combater enchentes provenientes das fortes chuvas que assolam a região periodicamente, através do dimensionamento de reservatórios, para diminuir a vazão nos picos de alagamento e retardar a velocidade com que chegam ao exutório no Centro Histórico de Petrópolis e também na Rua Coronel Veiga.

PALAVRAS-CHAVE: Enchentes; Petrópolis; Reservatórios.

ABSTRACT: Currently, the city of Petrópolis has chronic problems arising from an intense and disordered growth, due to the occupation of the slopes. Watersheds and Piabanha and Quitandinha Rivers are primarily responsible for the city macro drainage, which developed along its shores, and since then, has been expanding. The problem of flooding in urban areas is becoming increasingly common, and proportionally more severe, especially in regions where urban and social development has not happened in a premeditated or planned form. A project of urban storm water drainage prevents the accumulation and retention on the roads and streets of these waters, therefore protecting pedestrians, vehicles and the buildings which are built around, against the damaging action of flooding. Developed cities hardly ever have the resources needed to build infrastructure, so decisions are made to reduce the problem instead of solving it. This paper suggests methods of study from the sub-basin of the Quitandinha River to control and combat the flooding from the heavy rains that periodically ravage the region, through the design of reservoirs, so as to reduce the peak flood flow, and delay the speed with which they arrive to the canal of the river in Historic Downtown Petrópolis and also at Rua Coronel Veiga.

KEYWORDS: Flooding; Petrópolis; Reservoirs.

1. INTRODUÇÃO:

A cidade de Petrópolis apresenta hoje grandes problemas decorrentes de um crescimento intenso e desordenado, caracterizado pela ocupação irregular das encostas ao longo das bacias hidrográficas dos rios Piabanha e Quitandinha. Estes cursos d'água são os principais responsáveis pela macrodrenagem da cidade, que se desenvolveu ao longo das suas margens, e desde então foi se expandindo.

As várzeas dos rios na cidade de Petrópolis foram incorporadas ao sistema viário, inúmeros córregos foram retificados e canalizados a céu aberto a fim de permitir a construção dessas vias marginais, provocando consequentemente a aceleração dos escoamentos, aumento considerável do pico de vazão, e alagamentos e inundações sazonais, como se podem observar todos os anos, no centro da cidade e na Rua Coronel Veiga, via de interligação do centro histórico com a região metropolitana do Rio de Janeiro.

Cidades já desenvolvidas nem sempre possuem disponíveis os recursos necessários à implantação de infraestrutura necessária, sendo comum a tomada de decisões que reduzem o problema invés de solucioná-lo, conforme a capacidade de investimento. A falha em incorporar um sistema de drenagem na fase inicial do desenvolvimento urbano, em geral resulta de projetos muito dispendiosos ou, em estágios mais avançados, na sua inviabilidade técnico-econômica (BRAGA, 1994). Segundo o autor, a consciência ambiental tem motivado o interesse pelo problema das inundações e suas consequências ligadas à saúde e o saneamento.

2. OBJETIVO

Com o avanço da urbanização, áreas ao redor dos rios destinadas ao armazenamento natural – sejam através da permeabilidade do solo ou da área ocupada pelas águas nas épocas de cheias – começam a serem ocupadas, agravando o problema de cheias e potencializando os riscos de desastres. A própria pavimentação das ruas diminui a possibilidade de infiltração das águas das chuvas no solo e, ao mesmo tempo, podem ser afetadas pela presença da água acumulada. A ocupação das encostas de morros e rios por habitações precárias produz erosão e assoreamento dos sistemas de drenagem naturais ou implantados. À medida que a cidade se urbaniza, ocorre o aumento das vazões máximas devido à impermeabilização e canalização bem como à produção de sedimentos. Portanto, a questão da drenagem urbana é um problema significativo para a qualidade de vida dos cidadãos. (DIOGO & SCIAMMARELLA, 2008).

Os sistemas de drenagem que serão apresentados neste estudo têm por finalidade promover o retardamento dos escoamentos, de forma a aumentar os tempos de concentração e reduzir as vazões máximas; amortecer os picos e reduzir os volumes de enchentes por meio da retenção das águas no curso do rio. (CANHOLI, 2005). Para isso, são importantes dados físicos da bacia, hidrológicos, hidráulicos, de ocupação do solo e da qualidade da água. (DIOGO & SCIAMMARELLA, 2008).

Petrópolis conta com um histórico de enchentes em seu centro histórico, que todo ano gera grandes perdas econômicas além de problemas sanitários. A sociedade civil e as autoridades discutem sobre métodos eficientes para combatê-las. Abordaremos como sugestão o dispositivo de detenção e de retenção de águas

urbano, eficiente e de resposta imediata, uma vez que concluído. Para isso, outros dispositivos como este foram avaliados, para analisar prós e contras destes projetos.

Este trabalho visa realizar e avaliar o estudo hidrológico do rio e do canal do rio Quitandinha e analisar métodos de sistema de drenagem urbana de retenção, através do dimensionamento de reservatórios, para diminuir a vazão nos picos de alagamento e retardar a velocidade em que as águas chegam ao canal do centro histórico, para controlar alagamentos no local.

3. METODOLOGIA

A partir dos autores consultados foi definida uma metodologia de cálculo adaptada. A área da bacia de contribuição foi georreferenciada através do software Google Earth. Nos estudos hidrológicos voltados a drenagem urbana, principalmente em virtude da carência dos dados fluviométricos que poderiam subsidiar análises estatísticas de cheias, normalmente são adotados modelos matemáticos do tipo chuva X vazão para a definição dos hidrogramas de projeto. (CANHOLI, 2005). O software Pluvio 2.1, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa, foi utilizado como fonte de obtenção dos dados de precipitação da região de Petrópolis, RJ.

Os estudos hidrológicos têm por objetivo fornecer as vazões máximas a serem adotadas para o projeto, bem como de hidrogramas de cheias quando há a necessidade de dimensionar ou analisar o efeito de reservatórios de retenção. (HIDALGO, 2007). Para isso foi obtido dados físicos da bacia hidrográfica, tempo de

concentração, sinuosidade do curso d'água, dados do complexo solo-vegetação, entre outros. Para fins de entendimento deste trabalho, a área de contribuição referente à bacia hidrológica do Rio Quitandinha foi fragmentada, a área original foi chamada de Primária, após a separação foram denominadas duas áreas parciais, a de nascente do Rio Quitandinha e a do Rio Aureliano, a área remanescente após a fragmentação foi denominada Secundária.

A batimetria do canal para fins do estudo hidráulico foi realizada em dois dos principais pontos de alagamento, no Centro Histórico, para obtenção de dados do revestimento do canal, profundidade e largura, e em dois pontos da Rua Coronel Veiga, sendo um deles em sua seção considerada mais crítica.

3.1 Parâmetros do estudo hidrológico:

Conceitos fundamentais:

Bacia Hidrográfica: Neste estudo abordaremos o conceito de Bacia Hidrográfica como sendo uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou por um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda a vazão efluente seja descarregada por uma simples saída. Conceitualmente a **bacia de contribuição ou bacia de drenagem ou área de contribuição (A)**: é a área contribuinte para a seção em estudo.

Collischonn & Tassi (Collischonn & Tassi, 2008), cita que os tipos de solos, a geologia, a vegetação e o uso do solo são características importantes da bacia hidrográfica que estão diretamente relacionadas ao relevo onde vão determinar em grande parte a quantidade de água precipitada que vai infiltrar no solo e a quantidade que vai escoar superficialmente. A vegetação tem um efeito muito grande

sobre a formação do escoamento superficial e sobre a evapotranspiração.

- Batimetria é o estudo do fundo de um reservatório de água, seja um rio, lago ou oceano. Esse levantamento é realizado com a medição de um conjunto de pontos distribuído homogeneamente por toda a seção do rio.
- Perímetro da bacia (P) é o comprimento do contorno da bacia hidrográfica, ou seja, é a medida de toda a extensão dos divisores de águas.
- Divisores de água, também conhecidos como espigão, são linhas imaginárias separadoras das águas das chuvas. Normalmente é representada pelo cume divisório das montanhas.
- Escoamento superficial ou run-off trata da ocorrência e transporte da água na superfície terrestre, pois a maioria dos estudos hidrológicos está ligada ao aproveitamento da água superficial e à proteção contra fenômenos provocados pelo seu deslocamento. Abrange informações como o excesso de precipitação após uma chuva intensa, deslocando-se pela superfície livremente, até o escoamento de um rio alimentado pelas precipitações excessivas ou por águas subterrâneas.
- Declividade média da bacia é a diferença de altitude entre diversos pontos do terreno, onde quanto mais íngreme for o terreno, mais rápido será o escoamento superficial, o tempo de concentração será menor e os picos de enchentes maiores.

$$I = \frac{(Cota\ 1 - \text{elevação na seção 1}) - (Cota\ 2 - \text{elevação 2})}{L}$$

- Sinuosidade do curso d'água (Sin) É a relação entre o comprimento do rio principal (L) e o comprimento do talvegue (Lt) comprimento do talvegue. Talvegue é a medida em linha reta entre o ponto inicial e o final do curso d'água principal.

$$\text{Sin} = \frac{L}{L_t}$$

- Tempo de concentração (Tc) é definido como o tempo de percurso da água desde o ponto mais afastado da bacia até a seção de interesse, a partir do instante de início da precipitação. Seu cálculo é feito pela fórmula de KIRPICH modificada, publicada no “Califórnia Culverts Practice”:

$$T_c = 1,42 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde:

Tc = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do curso d'água, em km;

H = desnível máximo, em m.

- Complexo Solo-Vegetação (CN) é um coeficiente adimensional, utilizado no cálculo hidrológico para caracterizar solo-vegetação, com relação à condição de retenção superficial d'água. Deve-se classificar o tipo de solo e determinar a ocupação de solo predominante. No caso de existirem diversos tipos de solo e ocupação na bacia, determinar o CN pela média ponderada.

$$CN = \frac{(\% \text{ urbana} * GHS \text{ urbana}) + (\% \text{ floresta} * GHS \text{ bosque}) + (\% \text{ vegetação} * GHS \text{ pasto})}{A}$$

A mesma fórmula aplica-se também para encontrar o valor de (C), o Coeficiente de escoamento superficial que será aplicado no método racional, adimensional, como veremos mais a frente.

- Coeficiente de compacidade (Kc) é a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de área igual ao da bacia. (Kc) sempre será um valor maior que 1 (onde 1 representa uma bacia perfeitamente circular), assim quanto mais próximo o (Kc) de uma bacia for de 1, mais circular é a bacia. Uma bacia será mais suscetível a enchentes mais acentuadas quando seu Kc for mais próximo da unidade. O Kc foi determinado baseado na seguinte equação:

$$Kc = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

- Fator de forma (Ks) é a relação entre a largura média da bacia e o comprimento do eixo da bacia (L) (da foz ao ponto mais distante da bacia). Quanto menor o (Ks), mais comprida é a bacia e menos sujeita a picos de enchente, pois o (Ks) é maior e dificulta uma mesma chuva intensa de abranger toda a bacia.

$$Ks = \frac{A}{L^2}$$

- Intensidade da chuva (i) é a razão entre a quantidade de chuva e seu tempo de duração. Geralmente é expressa em milímetros por hora (mm/h), sendo medida em pluviógrafos. Dados fluviométricos foram obtidos a partir do Software Pluvio 2.1.

$$i = \frac{KT^a}{(t+b)^c}$$

Onde:

i = intensidade da chuva em mm/h

T = tempo de recorrência em anos

K, a, b, c, constantes fluviométricas.

3.2 Vazão do projeto:

Vazão é o volume de água que passa entre dois pontos por um período determinado de tempo, expressa em metros cúbicos por segundo (m³/s). Sua medição é fundamental por influenciar a qualidade da água, a presença de organismos e seus habitats. Influenciada pelo clima, a vazão aumenta durante períodos chuvosos e diminui nas épocas secas, da mesma forma que é influenciada pelas estações do ano e as taxas de evaporação correspondentes.

Existem diversos métodos para sua determinação, para este projeto utilizaremos o Método Racional Corrigido e o Método do Hidrograma Unitário Triangular, adotando os valores do HUT, e comparando-os com os resultados obtidos pelo Método Racional Corrigido.

Para uso prático estão apresentados critérios para escolha da metodologia de cálculo das descargas de projeto:

- Método Racional Corrigido:

O método racional é uma ferramenta satisfatória para a maioria das bacias urbanas. Com relação à hipótese do armazenamento constante, já foi mostrado que o erro decorrente da simplificação do método é da ordem de 5%, portanto aceitável do ponto de vista da Engenharia. (FRANCO, 2004). O método racional para estimativa do pico das cheias resume-se ao emprego da fórmula indicada a seguir:

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6}$$

Onde:

Q = vazão de pico em m³/s;

A = área drenada da bacia em km²;

I = intensidade de chuva em mm/h;

C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

No caso de utilização do Método Racional Corrigido, a fórmula usada originalmente é ajustada pelo coeficiente de distribuição (n) calculado pela expressão seguinte:

$$n = A^{-0.10}$$

Onde:

n = coeficiente de distribuição adimensional; A = área da bacia em km²;

- Método de Hidrograma Unitário Triangular (HUT):

Para bacias hidrográficas de pequena importância hidrológica, que são mais comuns, na maioria dos casos não se dispõe de dados fluviométricos. Nesses casos, a metodologia de cálculo mais indicada é a do hidrogramas sintético baseado na generalização das condições médias de escoamento de numerosos rios de bacias onde se dispunham de dados fluviométricos. Entre outros hidrogramas sintéticos, para aplicação práticas, por ser mais simples e suficientemente preciso, tem-se adotado o Hidrograma Unitário Triangular (HUT). A imprecisão ocasionada pela simplificação do cálculo é pouco significativa frente à incerteza de outros fatores, como o tempo de concentração e a relação chuva-deflúvio. (DIOGO & SCIAMMARELLA, 2008).

No modelo de Hidrograma Unitário Sintético (Excel) utilizado pelo professor Sergio Aníbal (UCP, 2010) e também utilizado neste estudo, adicionamos os dados de entrada: Área total (Km²), Comprimento Total do Talvegue (Km), Declividade do talvegue (m), Tempo de Concentração (Tc) – em minutos, Complexo Solo-Vegetação (CN), Parâmetros de Intensidade (k, a, b, c) e o Tempo de Recorrência (Tr).

Com esses dados, o HUT (Excel), nos fornece uma infinidade de informações sobre a bacia hidrográfica, entre elas a evolução da vazão e a vazão máxima na seção.

O hidrograma de cheias, dada pela curva tempo X vazão da chuva para um

período de recorrência pré-determinado, também nos informará o volume total da precipitação gerada neste evento, pelo cálculo de área sob esta mesma curva.

Os hidrogramas sintéticos são normalmente baseados em análises hidrológicas, apoiadas em dados obtidos em bacias devidamente instrumentadas, cujos resultados são extrapolados para usos mais generalizados.

3.3 Parâmetros do estudo hidráulico:

A batimetria foi realizada em dois dos principais pontos de alagamento no Centro Histórico, para obtenção de dados do revestimento do canal, profundidade e largura, e em dois pontos da Rua Coronel Veiga em sua seção considerada mais crítica. Para que se compreenda o estudo hidráulico, inicialmente, há que conhecer alguns conceitos fundamentais para a sua realização, que serão descritos a seguir.

- Canal ou conduto livre é uma seção, aberta ou fechada, sujeita à pressão atmosférica (Pa) em pelo menos um ponto da sua seção de escoamento. São elementos importantes de um canal: a seção molhada, o perímetro molhado e o raio hidráulico de um conduto, elementos que serão definidos a seguir.

- Área ou seção molhada (A_H): área útil de escoamento numa seção transversal de um conduto.

- Perímetro molhado (P_H): linha que limita a seção molhada junto às paredes e fundo do conduto.

- Raio hidráulico (R_H): resultado da divisão da seção molhada pelo perímetro molhado. (DIOGO & SCIAMMARELLA, 2008).

- Cálculo da capacidade de vazão ou capacidade hidráulica: A denominada Equação da Continuidade (para um canal ou duto, no mesmo intervalo de tempo, a quantidade de água que entra numa seção a montante é a mesma que sai em outra, a jusante) é a mais utilizada para este fim expressa pela seguinte equação: (DIOGO & SCIAMMARELLA, 2008).

$$Q = V * A$$

- Regime de escoamento: Se a profundidade do fluxo (tirante) for superior à crítica, o escoamento ocorre no regime subcrítico (tranquilo ou fluvial), se inferior, no supercrítico (turbulento ou torrencial).
- Cálculo da velocidade média: Para o cálculo da velocidade média do fluxo d'água, dentro de um canal, utiliza-se com maior frequência a expressão que resulta da conjugação da Fórmula de Chezy com o coeficiente de Manning como é mostrado a seguir. (DIOGO & SCIAMMARELLA, 2008).

$$V = \frac{R_H^{\frac{2}{3}} * \sqrt{i}}{N}$$

Onde:

V = velocidade média do fluxo (m/s)

R_H = raio hidráulico (m)

i = declividade do fundo do canal (m/m)

N = coeficiente de rugosidade (adimensional)

- Profundidade hidráulica: Segundo ANÍBAL Sergio, Profundidade hidráulica é apenas uma grandeza matemática, que resulta do sistema de equações formado pela equação de Manning e a Equação da continuidade. Não é mensurável, ainda que tenha unidade: o metro. É um importante elemento na solução dos problemas de escoamento livre em canais.

Chamamos de profundidade hidráulica Z o valor:

$$Z = \left(\frac{nQ}{I^{1.2}} \right)^{(3/8)}$$

3.4. Dimensionamentos dos reservatórios:

O critério usado para a determinação dos volumes a serem reservados para o amortecimento das enchentes, dado pelo orientador deste trabalho, foi o de

fragmentar a bacia hidrográfica e realizar um estudo hidrológico individualizado para dois de seus afluentes. Deter as águas de cabeceira, para que estas não cheguem ao centro histórico excedendo a capacidade de vazão do canal.

As alocações sugeridas neste estudo foram analisadas para simples cálculo de área, de modo que comportassem tais dispositivos com os respectivos valores mínimos necessários de volume de água, para mitigação dos danos provenientes de enchentes. Vale ressaltar que este trabalho não garante a disponibilidade das áreas citadas pelo Poder Público do Município para a locação e realização de obras destes reservatórios. A complexidade de obras desta magnitude requer de estudos multidisciplinares, que englobem e avaliem as estruturas do solo, materiais de construção, impactos ambientais e a viabilidade econômica do projeto, ficando assim para futuras análises.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rio Quitandinha tem sua nascente localizada na serra da Estrela e percorre um estirão de cerca de 6,3 km até a confluência com o rio Palatinato, drenando uma bacia com área total de 11,3 km². Em seu curso drena parte dos bairros Quitandinha, Cremerie, Dr. Thouzet, Castelânia, Valparaíso e o Centro da cidade de Petrópolis. No Centro, próximo ao Obelisco, se junta ao rio Palatinato, formando o chamado canal do Centro, que deságua no rio Piabanha. Os principais afluentes do rio Quitandinha são: o rio Cremerie, o córrego Saturnino e o rio Aureliano, todos pela margem direita. (SEMA, 1999).

Se considerarmos a bacia hidrográfica como áreas fragmentadas, teremos que cada área é responsável respectivamente, por parte do volume gerado a partir do deflúvio superficial após a precipitação, já que consideramos que a intensidade da chuva que incide sobre toda a bacia é uniformemente distribuída em toda a área de drenagem da bacia tributária.

A partir das fragmentações e de cada análise realizada individualmente obteve-se os Hidrogramas de Cheias a seguir, que nos fornece as vazões em cada uma destas áreas.

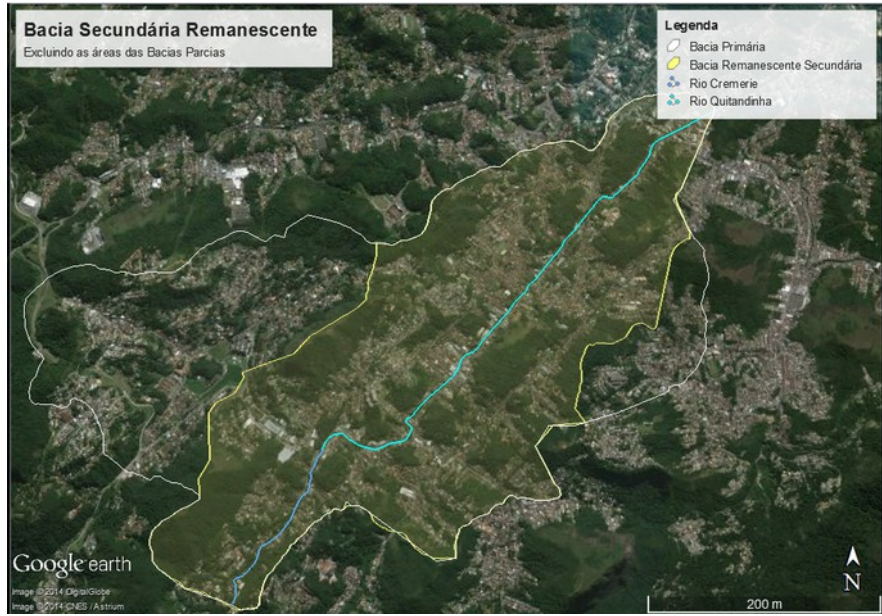


Imagem 1: Bacia Hidrográfica Fragmentada – Vista superior. Fonte: GOOGLE EARTH. Elaborado pela Autora – 2014.

- Bacia completa primária:**

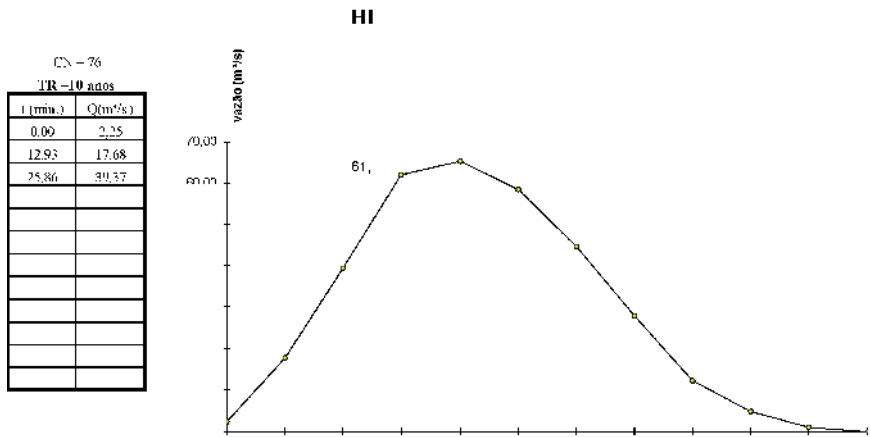


Figura 1: Excel, HUT Bacia Primária. Fonte: Aníbal, Sérgio. Adaptado pela Autora – 2014.

- **Bacia parcial nascente – Lago Quitandinha:**

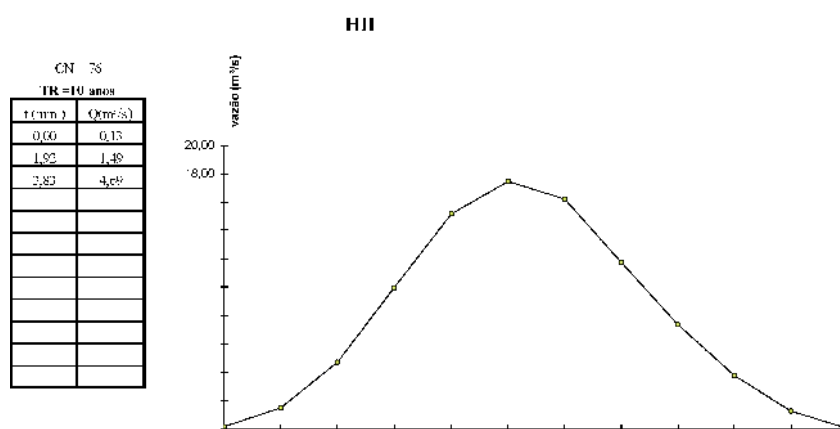


Figura 2: Excel, HUT Bacia parcial nascente do Lago Quitandinha: Fonte: Aníbal, Sérgio. Adaptado pela Autora – 2014.

- **Bacia parcial Rio Aureliano:**

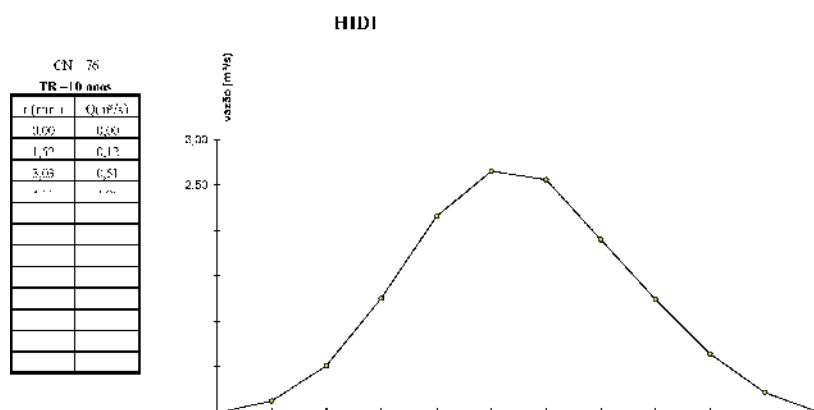


Figura 3: Excel, HUT Bacia do Rio Aureliano: Fonte: Aníbal, Sérgio. Adaptado pela Autora – 2014.

- **Bacia completa secundária (excluindo as bacias parciais)**

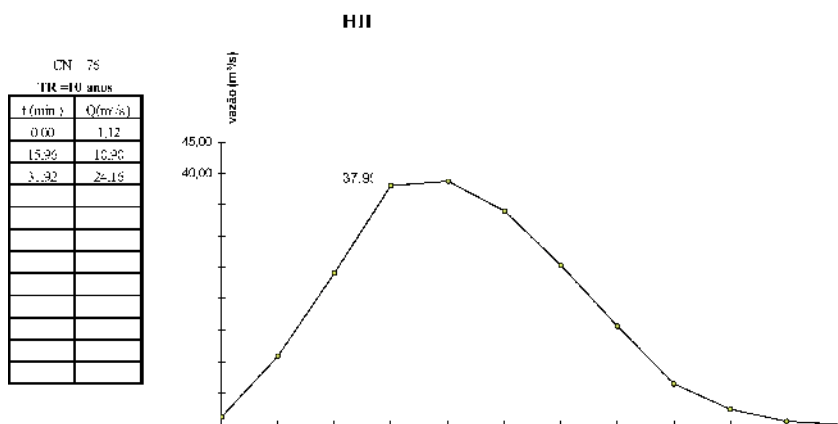


Figura 4: Excel, HUT Bacia Secundária. Fonte: Aníbal, Sérgio. Adaptado pela Autora – 2014.

A partir dos resultados obtidos, foi possível determinar a quantidade de água excedente nos picos máximos de vazão, em um tempo de recorrência de 10 anos. Esse valor representa para o projeto o volume que seria necessário deter, para mitigar as enchentes do Rio Quitandinha, provocadas pelas chuvas de magnitude elevada, na Rua Coronel Veiga e erradicar as acorrentes no Centro Histórico.

O estudo em questão sugere o armazenamento das águas das principais cabeceiras do Rio Quitandinha, sua Nascente e do seu afluente, o Rio Aureliano, tendo uma redução do volume total que chega ao exutório no Centro histórico da cidade.

Tabela1: Volumes estimados para reservação Tr 10 anos:

Bacias Analisadas:	Vazão (m³/s)
Vazão do projeto (Bacia Primária, TR: 10 anos).	65,19
Capacidade de vazão do canal - centro	44,75

Bacia Completa Secundária	38,72
Bacia Parcial: Nascente – Lago Quitandinha	17,45
Bacia Parcial: Rio Aureliano	2,65
Vazão excedente no canal centro sem intervenção	20,44
Vazão excedente no canal centro com intervenção	Não haverá

Fonte: Elaborado pela Autora – 2014.

O critério para determinar o volume excedente a ser reservado foi através da análise do hidrograma das cheias, como citado na metodologia. Para cada bacia parcial supracitada, o volume total resultará pelo cálculo sob a área da curva: vazão x tempo. Reservando o volume total da chuva de Tr de 10 anos.

Tabela2: Volumes estimados para reservação Tr 10 anos:

Bacia Parcial: Nascente – Lago Quitandinha	11.340 m ³
Bacia Parcial: Rio Aureliano	1.530 m ³

Fonte: Elaborado pela Autora – 2014.

Como podemos observar, após medidas as vazões de demanda e de capacidade do canal, com e sem as supostas intervenções sugeridas, em três casos particulares, listados a seguir, concluímos que, com os volumes reservados não haveria alagamentos para eventos de chuva de tempo de recorrência de 10 anos.

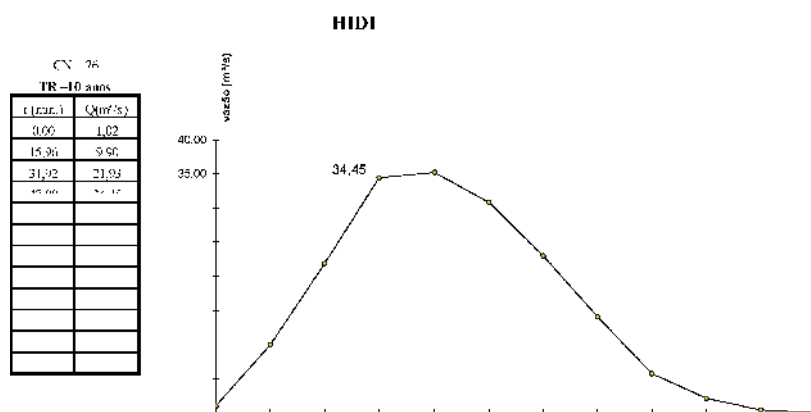


Figura 5: Excel, Bacia Secundária, Área Remanescente Após Intervenção. Fonte: Aníbal, Sérgio. Adaptado pela Autora – 2014.

Como veremos a seguir, a vazão que passa pelo canal na seção Coronel Veiga, 1.321, foi medida para conhecimento dos valores de vazão que passariam no canal em três casos, o primeiro sem nenhuma intervenção, como se apresenta atualmente, o segundo com a construção do reservatório de retenção das águas de cabeceira da nascente do rio Quitandinha, e em terceiro, concomitantemente com os reservatórios de amortecimento da COMDEP e PATRONE, feitos através de correlação de áreas, como citado anteriormente. O resultado simplificado obtido, para os casos 1, 2, e 3 respectivamente:

Caso 1: Estudo Hidrológico – Bacia de Contribuição **sem** Intervenção, seção Coronel Veiga, 1.321

Tabela 3: Estudo Simplificado, Vazão na Seção Coronel Veiga, Caso 1:

Variável:	Dados:	Método Aplicado:	Resultados Obtidos:
Tempo de Concentração (Tc)	L = 2,24 km, H = 32 m	$TC = 1,42 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$	≈0,79 horas ou 47,4 minutos
Intensidade da Chuva (i)	K= 9756,85; a= 0,212; b= 41,62; c=1,14; T = 10 anos; t = 47,4 min	$i = \frac{KT^a}{(t+b)^c}$	≈95,25 mm/h

Fonte: Elaborado pela Autora – 2014

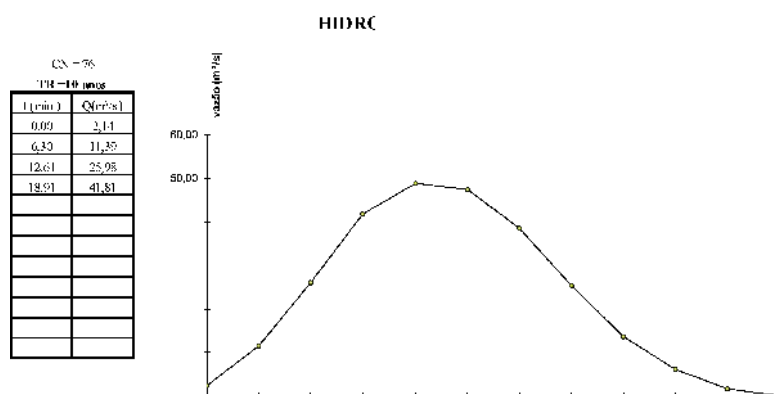


Figura 6: Excel, HUT Caso 1 sem Intervenção. Fonte: Aníbal, Sérgio. Adaptado pela Autora – 2014.

Caso 2: Estudo Hidrológico – Bacia de Contribuição **com** Intervenção, seção Coronel Veiga, 1.321.

Tabela 4: Estudo Simplificado, Vazão na Seção Coronel Veiga, Caso 2.

Variável:	Dados:	Método Aplicado:	Resultados Obtidos:
Tempo de Concentração (Tc)	L = 2,24 km, H = 32 m	$TC = 1,42 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$	≈0,94 horas ou 56,4 minutos
Intensidade da Chuva (i)	K= 9756,85; a= 0,212; b= 41,62; c=1,14; T = 10 anos; t = 56,4 min	$i = \frac{KT^a}{(t+b)^c}$	≈85,35 mm/h
HUT	EXCEL		≈25,48m³/s

Fonte: Elaborado pela Autora – 2014

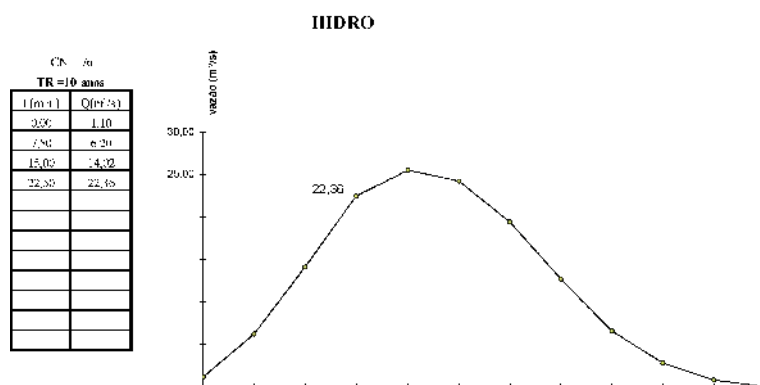


Figura 7: Excel, HUT Caso 2 com Intervenção. Fonte: Aníbal, Sérgio. Adaptado pela Autora – 2014.

Caso 3: Bacia de Contribuição **com** Intervenção, e reservatórios de amortecimentos COMDEP e PATRONE, seção Coronel Veiga, 1.321.

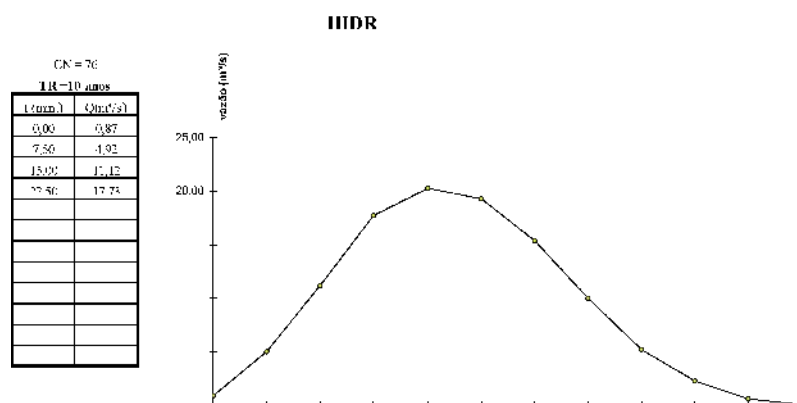


Figura 8: Excel, HUT Caso 3 com Intervenção e Reservatórios. Fonte: Aníbal, Sérgio. Adaptado pela Autora – 2014.

Tabela 5: Vazões para os três casos citados:

Vazão Caso1	48,89m³/s
Vazão Caso 2	25,48m³/s
Vazão Caso 3	20,20m³/s
Capacidade de vazão do canal – Seção Coronel Veiga	22,81 m³/s

Fonte: Elaborado pela Autora – 2014

A bacia hidrográfica completa, fragmentada em sub-bacias para cálculos individuais dos deflúvios superficiais contribuintes, pode ser visualizada de forma sistêmica na imagem a seguir:

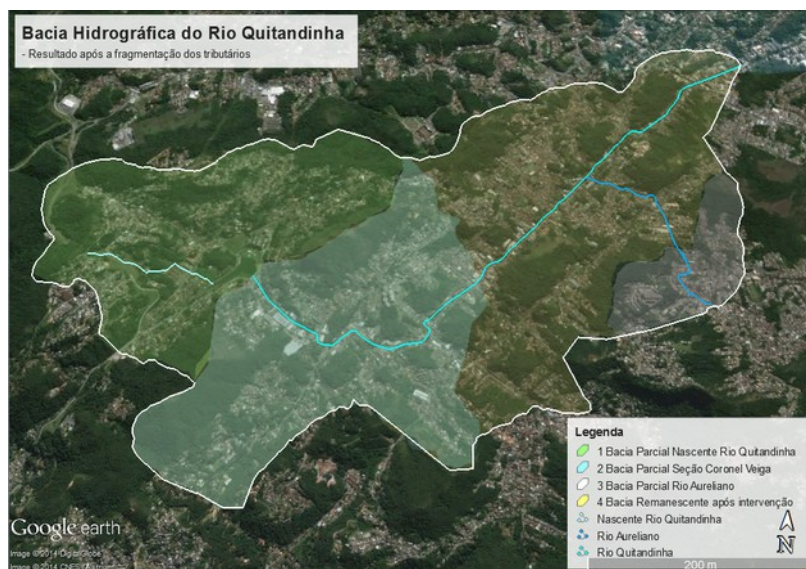


Imagem 2: Bacia Hidrográfica Fragmentada para o Estudo. Fonte: GOOGLE EARTH. Elaborado pela Autora – 2014

- **Reservatórios de retenção - compreensão geral**

As áreas sugeridas para a construção dos reservatórios foram estimadas através do Software Google Earth, para analisar suas capacidades máximas volumétricas aproximadas, porém somente para uma constatação inicial.

O primeiro, ao lado do Lago Quitandinha, com área aproximada de 12.000 m². Coordenadas geográficas: 22°31'46" S e 43°12'56" O, detendo toda a água de cabeceira da nascente do Rio Quitandinha. Para deter toda a área de cabeceira, entretanto necessita-se de um volume de 9.430 m³. Além disso, a área teria possibilidade de servir para usos públicos, como por exemplo, um centro de controle e qualidade da água, com laboratórios para realização de análises e centro de pesquisas para controle de poluição das águas do rio e do lago Quitandinha.

O segundo, para amortecimento e mitigação das enchentes na Rua Coronel Veiga, no pátio da COMDEP, Companhia Municipal de Desenvolvimento de

Petrópolis, com área aproximada de 1740 m². Coordenadas geográficas: 22°31'59" S e 43°12'15" O.

O terceiro, para amortecimento e mitigação das enchentes na Rua Coronel Veiga, na altura da fábrica de chocolates PATRONE, com área aproximada de 1.000m² e coordenadas geográficas: 22°31'46" S e 43°11'12" O. Ambos os reservatórios, COMDEP e PATRONE, são de fundamental importância para a erradicação das enchentes ocorridas neste trecho mais crítico da Rua Coronel Veiga, se operando simultaneamente.

O quarto, na esquina da Rua Professor Cardoso Fontes e Avenida Cel. Albino Siqueira, com área aproximada de 2.800 m². Coordenadas geográficas: 22°31'3"S e 43°10'53"O, detendo toda a água de cabeceira da nascente do Rio Aureliano, ou seja, 1530 m³.

O quinto, somente para amortecimento e mitigação das enchentes na Rua Coronel Veiga, na área onde hoje está construída uma das Unidades de Pronto Atendimento de Petrópolis (UPA), com área aproximada de 3.200 m². Coordenadas geográficas: 22°31'46" S e 43°11'12" O. Esta área para o reservatório tanto quanto a redução que causaria na vazão que chega ao exutório no Centro Histórico, não foram consideradas neste estudo, por se tratar de um espaço já ocupado pelo município do qual dependeria de ser relocada e desapropriada. Porém, pela área possuir um grande potencial para construção de um reservatório, esta sendo apenas citada.

Todos os reservatórios poderiam ter aliados a suas construções áreas de uso e funcionalidade pública, conceituado como paisagens multifuncionais, tais como centros de análise e monitoramento da qualidade das águas, praças, pistas de skate, quadras de esporte, entre outros.

Tabela 6: Locais Sugeridos e Capacidades Estimadas:

Local	Área	Profundidade	Volume
Lago Quitandinha	12.000 m ²	3 m	36.000 m ³
COMDEP	1.700 m ²	2,5 m	4.250 m ³
PATRONE	1.000 m ²	2 m	2.000 m ³
Aureliano	2.800 m ²	1,5 m	4.200 m ³
UPA	3.200 m ²	3,5	11.200 m ³
TOTAL			57.650 m³

Fonte: Elaborado pela Autora – 2014

5. CONCLUSÃO

Este trabalho visava fazer um estudo hidrológico e hidráulico do canal do Rio Quitandinha para determinar o volume de água necessário a ser reservado para reduzir os danos causados por enchentes no centro histórico de Petrópolis, como a viabilidade espacial da construção destes reservatórios. Se os dispositivos propostos fossem construídos simultaneamente, detendo um volume total de deflúvio de toda água de cabeceira, o problema das enchentes no Centro Histórico estaria resolvido para eventos com tempo de recorrência de 10 anos. Com os reservatórios de amortecimento citados na COMDEP e PATRONE, as enchentes na Rua Coronel Veiga, no seu ponto mais crítico, da mesma forma, não estariam mais suscetíveis a ocorrer.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE L. G.; OLIVEIRA A. C.; GUERRA A. J. T. **Diagnóstico e Classificação dos Impactos Ambientais Urbanos na Bacia do Rio Quitandinha**. Alto Curso do Rio Piabanha – 1º Distrito de Petrópolis RJ” X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Disponível em <<http://www.cibergeo.org/XSBGFA/eixo3/3.4/204/204.htm>>. Acesso em: set. 2013.

AQUAFLUXUS, Consultoria Ambiental em Recursos Hídricos. **Paisagens Multifuncionais**. Disponível em: <<http://aquafluxus.com.br/?p=346>>. Acesso em: ago. 2014.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem**. Rio de Janeiro: DNIT, 2006

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo. Editora Oficina de Textos, p.21-85, 2005.

COLLISCHONN W. & TASSI R. **Introduzindo Hidrologia**. Versão 6. IPH UFRGS, 2008.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA (CBH) – Comitê Piabanha. **Apresentação do Túnel Extravasador do Canal do Centro e Projetos Relacionados**. Petrópolis, 2014.

DIOGO, F. J. A. & SCIAMMARELLA J. C. **Manual de Pavimentação Urbana - Drenagem: Manual de Projetos V. 2**. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Pavimentação, 2008.

FRANCO, E. J. **Dimensionamento de Bacias de Detenção das Águas Pluviais com Base no Método Racional**. Dissertação apresentada no programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental do Setor de

Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

HIDALGO, K. A. T. **Critérios de Projeto e Eficiência do Piscinão do Pacaembu**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Anhembí Morumbi no âmbito do curso de Engenharia Civil – São Paulo, 2007.

OGLOBO, RIO. **Túnel Extravasor Será Construído com Recursos do PAC 2**. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/rio/tunel-extravasor-em-petropolis-sera-construido-com-recursos-do-pac-2-2829690>>. Acesso em: jul 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE-RIO DE JANEIRO – (SEMA-RJ) **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Projeto Básico de Drenagem Urbana – Município de Petrópolis – Rio Quitandinha**. Volume 1. Rio de Janeiro, 1999.

TV REDE PETRÓPOLIS. **INEA Confirma Projeto Para Eliminar Inundações no Centro**. Disponível em: <<http://www.tvredepetropolis.com.br/site/index.php/petropolisnews/item/2024-inea-confirma-projeto-para-eliminar-inunda%C3%A7%C3%B5es-no-centro>>. Acesso em: jul 2014.

URBONAS, B.; STAHR, P. **Stormwater detention for drainage, water quality and CSO management**. New York: Practice-Hall, 1990.

WALESH S. G. **Urban Surface Water Management**. New York, 1989.

USO DOS RECURSOS HÍDRICOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA- RJ

Wânia Olívia da Costa

Ana Paula da Silva

Alfredo Akira Ohnuma

1- INTRODUÇÃO:

O estabelecimento de áreas protegidas surgiu a partir de processos intensos de ocupação e apropriação do solo, além dos seus recursos naturais. Em diversas épocas, a sociedade humana percebeu a importância da criação de áreas naturais protegidas, objetivando a melhoria de qualidade de vida e geração de serviços ambientais (THOMAS E FOLETO, 2012)

A maioria dos países contemporâneos, já existe a prática da tutela ambiental para espaços naturais especialmente protegidos. O objetivo é garantir a proteção da biodiversidade e uso sustentável dos recursos. A delimitação de algumas porções do território e limitação do uso de seus recursos têm se tornado uma estratégia relevante para a proteção do meio ambiente. Além disso, como produzem espaços de dinâmicas específicas e com uma administração diferenciada, a criação dessas áreas é considerada uma importante estratégia de ordenamento territorial gerenciada pelo Estado. (MEDEIROS, 2006; MEDEIROS e YOUNG, 2011).

A IUCN, *The World Conservation Union* (União Mundial para Conservação da Natureza), conceituou as *Áreas Protegidas* como “uma superfície de terra ou mar especialmente consagrada à proteção e preservação da diversidade biológica, assim como dos recursos naturais e culturais associados, e gerenciada através de meios legais ou outros meios eficazes” (SCHERL, 2006). Trata-se, deste modo, de uma área definida geograficamente onde se tem como objetivo principal a proteção *in situ* dos atributos ambientais.

É importante ressaltar que as Áreas Protegidas não são resguardadas legalmente “por acaso”, pois tais áreas são ambientalmente importantes. A sua estrutura, dinâmica e função contribuem para a manutenção da qualidade de vida das populações. Elas necessitam, portanto, de regramentos específicos para

garantir proteção e evitar a degradação.

De acordo com Diegues (2002), as bases teóricas e legais para se conservarem grandes áreas naturais foram definidas na segunda metade de século XIX. O marco desta iniciativa foi a criação da primeira unidade de conservação no mundo: o Parque Nacional Yellowstone, em Wyomingnos Estados Unidos, em 1872. Este parque funcionou como modelo para diversas Unidades de Conservação pelo mundo, incluindo as UCs brasileiras.

Ao longo dos anos, outros países foram aderindo a essa política conservacionista. Novas áreas protegidas foram criadas em todo o mundo, como, por exemplo, o *Kruger National Park*, na África do Sul, em 1898. Em 1914, a Suíça cria seu primeiro parque. No Canadá, a primeira área protegida foi criada a partir de 1885. Seguiram-se Nova Zelândia, em 1894, Austrália e México em 1898, Argentina 1903 e Chile 1926.

No Brasil, a primeira área protegida foi o Parque Nacional de Itatiaia, criado em 1937. Dois anos depois, criou-se o Parque Nacional de Iguaçu (1939). No Rio de Janeiro, a segunda área protegida criada foi o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, também em 1939, abrangendo os municípios de Teresópolis, Petrópolis e Guapimirim. Somente em 1961, é criado o terceiro Parque Nacional do Estado: o Parque Nacional da Tijuca (LEAL, 2004); *objeto de estudo do presente trabalho*.

Como forma de regulamentar o artigo 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII, da Constituição Federal, instituiu-se o *Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza*, através da lei número 9.985, de 18 de julho de 2000 (SNUC). Apesar de gerar controvérsias em alguns setores da sociedade, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza representa um avanço nas questões ambientais, por possibilitar o ordenamento jurídico, norteando as diretrizes e limitações acerca da criação e proteção destas áreas, além de regulamentar as categorias das unidades de conservação em níveis federal, estadual e municipal (MITTERMEIER *et al*, 2005).

2- CARACTERIZAÇÃO PARNA- TIJUCA:

No maciço da Tijuca há um grupamento das Florestas Protetoras da União, denominado Floresta da Tijuca, no qual está instalado em grande extensão o Parque Nacional da Tijuca (PARNA-Tijuca), que é uma Unidade de Conservação de uso sustentável na região central do município Rio de Janeiro. Divide a cidade em zona sul e zona norte, abrigando um “santuário ecológico” em toda a sua extensão, além de monumentos naturais e históricos. Com extensa área de matas remanescentes, este Parque contribui de forma a amenizar o clima da região, além do fornecimento de água através de mananciais para reservatórios de abastecimento. Os maciços do Parque podem ser avistados de vários locais, cujo topo abriga um dos maiores símbolos da cidade, o Cristo Redentor. (ABREU, 1992). Após décadas de devastação, gerada principalmente pela monocultura do café, a Floresta da Tijuca se regenera num conjunto de esforços entre a ação humana e as forças da natureza. Este processo de reflorestamento consiste em uma experiência única no mundo, capaz de estruturar uma mata secundária, de grande valor biológico, cênico e histórico. Atraindo pessoas de várias regiões e seu principal uso pela população é, portanto, recreativo.

Não existe outro modelo de unidade de conservação, de mata secundária em uma área tão vasta. Além disso, a Floresta está inserida em um bioma mais amplo, de suma importância para a biodiversidade: A Mata Atlântica, que é considerada um dos 25 hotspots mundiais, conta com mais de mais de 8.000 espécies endêmicas. Apesar da relevância, no entanto, seu status é de área ameaçada, pois menos de 100.000 km² (cerca de 7%) restam dessa floresta nativa (TABARELLI, 2005). O valor propriamente histórico da Floresta da Tijuca é igualmente importante. Foram variados usos e transformações que a mesma sofreu fruto da dinâmica história da cidade. A Floresta já serviu de área de extração de minério, área de extração de madeira, garimpo, área responsável pelo fornecimento de água, área para construção de quilombos, refúgios para meliantes e etc. (HEYNEMANN, 1993). No transcorrer deste percurso histórico específico ocorreram as primeiras ações de reflorestamento do maciço da Tijuca. O senso comum atribuí a iniciativa de reflorestamento ao Imperador D. Pedro II, no intuito de resolver o problema das sucessivas crises de água pela qual passava a cidade.

Segundo Drummond (1997), a Floresta da Tijuca foi concebida com a finalidade de dar proteção permanente aos mananciais do Rio de Janeiro e não como uma cultura temporária de árvores a serem mais tarde cortadas (conforme a concepção da “engenharia florestal” alemã, na qual se praticava à época).

O Maciço da Tijuca ocupa um lugar de destaque no Rio de Janeiro, pois é o grande divisor da cidade. Inclusive, seu crescimento e expansão foram de certa forma, ditados pela presença das montanhas e a proximidade do mar (ABREU, 1992).

A relação entre natureza e a sociedade carioca é historicamente construída. A base dessa construção, no caso do Maciço da Tijuca, relaciona-se com a crescente ocupação da população de suas encostas e uso dos recursos naturais, os quais perduram até os dias de hoje.

O município do Rio de Janeiro abriga três grandes remanescentes florestais: o Maciço da Tijuca, da Pedra Branca e da Serra do Mendanha-Gericinó. Estes remanescentes estão incluídos na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (LINO, 1992; SEMA, 2001) e possuem similaridades biológicas (faunísticas e florísticas) acentuadas, resultado da considerável proximidade geográfica e de terem se constituído em áreas contínuas no passado (ROCHA *et al*, 2003).

O clima é tropical de altitude, com temperatura média anual de 22° C e a precipitação anual está em torno de 2.300 mm (COELHO NETTO, 1992). A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila densa secundária, sem palmeiras e em avançado estado de regeneração (IBGE, 1993). Tais florestas atualmente estão sendo protegidas por instrumentos legais que as transformaram em unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável no âmbito municipal, estadual e federal.

As áreas do Maciço da Tijuca constituem o PARNA Tijuca, criado em 1961. Adjacente ao Parque encontra-se a Reserva Florestal do Grajaú, transformada em Parque Estadual Grajaú (Decreto Estadual Nº 32.017/2002). Isso aumenta, em parte, o cinturão protetor da floresta contida no Parque Nacional (ROCHA *et al*, 2003). A oeste do PARNA Tijuca e cobrindo a região do maciço da Pedra Branca, localiza-se o maior remanescente de Mata Atlântica do município, com uma área aproximada quatro vezes maior que o PARNA- Tijuca. Atualmente, ela se constitui

no Parque Estadual da Pedra Branca, que inclui as parcelas de terra acima da cota 100 até o pico da Pedra Branca, com 1.024m de altitude, o ponto culminante da região.

No setor A, Floresta da Tijuca, apresenta uma área de 14.732.718,68 metros quadrados, ou seja, 1.473,27 hectares. É formado pelas Florestas do Andaraí, Tijuca e Três Rios e é a área mais visitada pela população local. Possui um acesso principal denominado Portão da Cascatinha e um portão de saída localizado próximo ao Açude da Solidão. A Floresta da Tijuca comporta várias áreas de uso intensivo, onde se localizam restaurantes, cachoeiras, represas, áreas de lazer, trilhas, grutas e mirantes. Nesse setor, encontram-se também prédios históricos, como a Capela Mayrink, o Barracão (onde se encontra a sede administrativa do PNT), a antiga sede campestre da Hípica e várias ruínas do século XIX. Este setor está próximo dos bairros da Usina, Andaraí, Grajaú, Jacarepaguá, Alto da Boa Vista e Itanhangá. A fiscalização nestas áreas é esporádica, quase sempre depende de denúncias de infração (PLANO DE MANEJO/ PARNA- Tijuca, 2008).

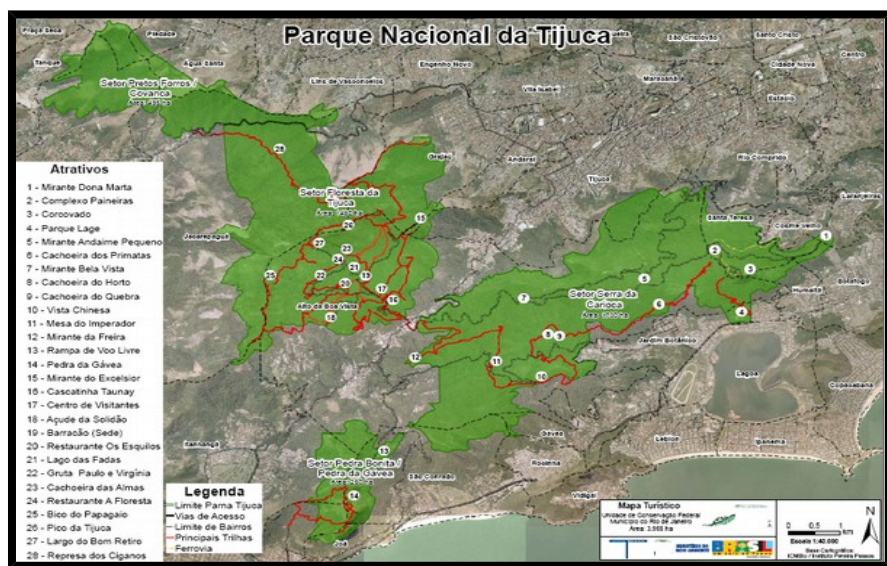


Figura 1- Mapa do folder informativo do PARNA-Tijuca. Fonte: MMA (Ministério do Meio Ambiente) / PARNA- Tijuca.

O setor B, Serra da Carioca, possui uma área de 117.100,82 metros

quadrados e perímetro de 1.764,07 metros. Nesse setor, encontra-se o monumento do Cristo Redentor. O deslocamento nesse setor ocorre por uma série de estradas, como: do Redentor, da Vista Chinesa e do Sumaré. Situada na parte superior da serra de mesmo nome, separando a zona sul da zona norte do município do Rio de Janeiro. Faz vizinhança com os bairros da Usina, Muda, Tijuca, Rio Comprido, Santa Teresa, Cosme Velho, Botafogo, Humaitá, Jardim Botânico, Gávea, São Conrado e Alto da Boa Vista.

Além do Alto do Corcovado, esta área possui outros importantes atrativos turísticos da cidade do Rio de Janeiro, como: Mirante Dona Marta, Mirante Andaime Pequeno, Mirante Bela Vista, Mirante Barro Branco, Mirante Vista Chinesa, Mesa do Imperador e Mirante Curva dos Bonecos. A fiscalização na Serra da Carioca é feita por meio de rondas semanais e para atender as denúncias de irregularidades. (PLANO DE MANEJO/ PARNA- Tijuca, 2008).

O setor C, conjunto Pedra da Gávea - Pedra Bonita está integrado ao Maciço da Tijuca. Suas encostas se voltam para os bairros da Gávea Pequena, São Conrado, Barra da Tijuca e Alto da Boa Vista. O acesso para Pedra Bonita é feito pela Estrada das Canoas e o da Pedra da Gávea pela Rua Sorimã. A fiscalização neste setor é deficiente e na área da Pedra da Gávea, cuja frequência de visitantes é alta, há registros de ocorrência de delitos. Possui uma área de 2.578.421,16 metros quadrados e perímetro de 10.117,12 metros. De todos os setores do PNT, por suas características geomorfológicas (rochosas), é o que apresenta aspectos mais impressionantes. Esse setor é muito frequentado por praticantes de esportes, como o voo livre, montanhismo e caminhadas.

O setor D, conjunto Serra dos Pretos Forros e Covanca, situado ao norte do Maciço da Tijuca, tem como limite divisor a Estrada Menezes Côrtes, mas também se limita com a zona norte da cidade e com Jacarepaguá. O acesso é feito pela parte superior da mencionada estrada e pela Estrada da Covanca. A sua área corresponde a 4.782.299 metros quadrados, ou seja, 478,22 hectares.

Apresenta atualmente uma cobertura vegetal em vários estágios de regeneração, contando também com algumas áreas com vegetação natural. A existência dessa área é muito importante para a manutenção do ecossistema e para o acréscimo da viabilidade de populações da fauna e da flora. Desapropriada no

tempo do Império com o objetivo de proteger os mananciais hídricos da cidade do Rio de Janeiro, Covanca e Pretos Forros fizeram parte do Parque Nacional do Rio de Janeiro, Decreto 50.923, de 6 de junho de 1961. Porém, em 8 de fevereiro de 1967, quando o Decreto Federal 60.183 modificou o seu nome para Parque Nacional da Tijuca e estabeleceu os atuais limites, essa área não foi incluída no PARNA-Tijuca. A região, localizada a norte e noroeste do setor da Floresta da Tijuca e separada dele apenas pela estrada Grajaú-Jacarepaguá consiste em uma extensão do PARNA - Tijuca.

No interior da Floresta da Tijuca há uma importante rede hidrográfica (oito bacias e 53 microbacias). Esta abastece, em parte, a população residente do entorno. Similar à região do Maciço da Tijuca, a área do Maciço da Pedra Branca, em decorrência do contínuo processo de degradação das áreas florestadas causado pela antiga presença de várias fazendas coloniais de café, foi identificada no início do século XX, como relevante para a preservação dos recursos hídricos da cidade do Rio de Janeiro, o que se tornou determinante nas prioridades governamentais de proteção dos mananciais hídricos. (ROCHA *et al*, 2003)

O maciço da Tijuca é drenado por diversos sistemas de canais articulados, que recebem os fluxos d'água e sedimentos provenientes das encostas durante os períodos de chuva. Esses sistemas convergem para os canais artificiais que drenam a cidade nas zonas mais baixas. Na serra da carioca destacam-se como principais coletores os seguintes canais: rio Trapicheiro e Rio Comprido, que nascem na vertente NW e descem para a zona norte da cidade em direção ao canal do Mangue; o rio Carioca que nasce a SE das Paineiras recebe como afluentes os rios Silvestre e lagoinha, e atravessando o bairro de Laranjeiras deságua na baía de Guanabara; e os rios Cabeça, Rainha e Macaco que correm para a lagoa Rodrigo de Freitas. Drenando as serras da Tijuca estão o rio Joana e Maracanã, que também convergem para o canal do Mangue; pela vertente sul o rio Cachoeira deságua na lagoa da Tijuca, e em direção a Jacarepaguá, correm os rios Anil e Panela (COELHO NETTO, 1992).

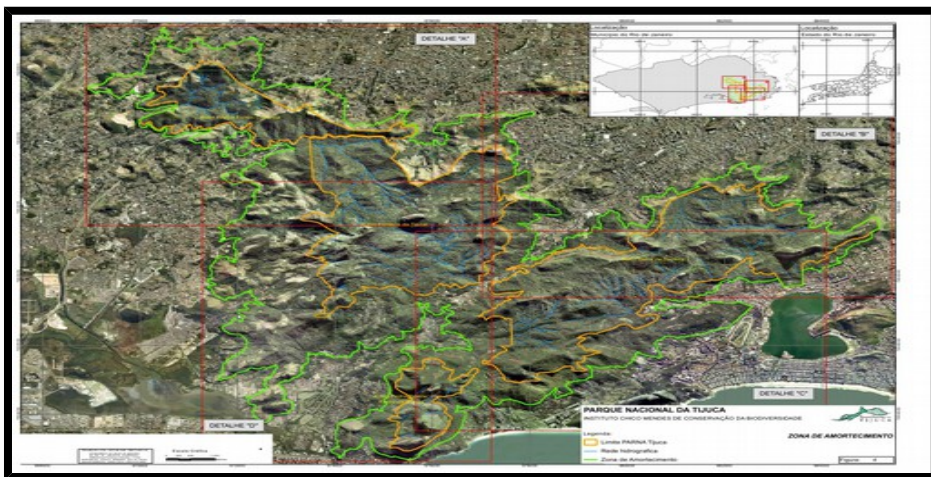


Figura 2 - Mapa da delimitação dos limites da área do Parque Nacional da Tijuca, incluindo todos os seus setores e, a rede hidrográfica e também, a Zona de Amortecimento (Fonte: PARNA Tijuca, IBAMA – ICMBIO).

3- OBJETIVO:

O objetivo deste trabalho é analisar a situação dos recursos hídricos no Parque Nacional da Tijuca, assim como os principais impactos ambientais, associado à percepção da comunidade local e visitantes do PARNA- Tijuca.

4- METODOLOGIA UTILIZADA:

A metodologia constitui-se em observação direta de pontos de interesse no entorno do PARNA- Tijuca. Foram realizadas observações de campo, aplicação de questionários estruturado, levantamentos de dados históricos e pesquisa local. O questionário possui estrutura de perguntas fechadas, com respostas optativas e quantificáveis, totalizando 50 perguntas. De acordo com o perfil do entrevistado, foram elaboradas perguntas específicas de forma a compor os impactos ambientais e o diagnóstico da situação dos recursos hídricos no Parna - Tijuca. Foi feita uma amostragem de noventa pessoas de perfis heterogêneo. O questionário também foi adaptado para ser aplicado nos quatro setores do PARNA- Tijuca (Setor A- Floresta

da Tijuca; Setor B- Serra da Carioca; Setor C- Pedra da Gávea/Pedra Bonita; Setor D; Pretos Forros/ Covanca) tanto na área núcleo, como nas áreas externas. E na parte final, o questionário direciona-se exclusivamente para moradores da zona de amortecimento, entorno e adjacências. A aplicação dos questionários ocorreu das seguintes formas: entrevistas direta, na área núcleo, zona de amortecimento e adjacências dos setores A, B e C do PARNA - Tijuca, via internet, e questionários impressos entregues para algumas pessoas, que responderam em suas residências. As diferenças como reflexo na forma de aplicação dos questionários nas respostas obtidas foi sutil. Alguns entrevistados que responderam pela internet, mesmo morando distante do PARNA - Tijuca, consideraram-se moradores da Zona de amortecimento. A maioria das entrevistas foi realizada na área núcleo do setor A. Por consistir no setor no qual se encontra o centro de visitantes e a maioria dos funcionários. No setor D não houve pesquisa de campo, por este motivo não teve entrevista no local. Embora pessoas que moram no entorno deste setor façam parte da amostragem. O setor D, até o momento, é destinado para a recuperação ambiental, não há estrutura para visitação. Mas o principal motivo de não realiza o de pesquisa de campo no entorno se d  por conta do alto nível de violência gerada pelo tr fico de drogas nas comunidades que ali se situam.

O conceito de impacto ambiental adotado foi o da Resolução CONAMA N  001, de 23 de janeiro de 1986 em seu artigo 1  que traz a seguinte definição:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I- a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II- as atividades sociais econ micas; III a biota; IV- as condições est ticas e sanitárias do meio ambiente; V- a qualidade dos recursos ambientais.

Abaixo segue uma tabela que relaciona as perguntas para sensificar os entrevistados quanto aos impactos ambientais, assim como fazer o levantamento dos impactos diretamente.

Perguntas direcionadas, para levantamento de impactos ambientais(formato original):	Critérios utilizados para identificação de impactos ambientais:
<p>(3.3)- Que aspectos do PARNA – Tijuca mais lhe chamam a atenção?</p> <p>() vegetação () animais () as trilhas () cachoeiras () construções históricas () silêncio () paisagem outros: _____</p>	<p>Esta pergunta busca investigar o valor que os entrevistados atribuem aos atrativos do parque, de forma a sensibilizar para a preservação dos mesmos. Pergunta aberta a responder mais de uma opção, e incluir outras.</p>
<p>(3.5)- Que impactos/ degradação ambiental você observa na área externa ao PARNA- Tijuca:</p> <p>() queimadas () caça () lixo () poluição por veículos () antenas de transmissão () poluição dos rios () fauna e flora exóticas () outros _____</p>	<p>Esta pergunta é direta. O principal critério para relacionar os impactos é a resolução CONAMA No 001. Pergunta aberta a responder mais de uma opção, e incluir outras.</p>
<p>(3.6)- Você observa que os impactos na área externa ao PARNA- Tijuca, interferem na área núcleo?</p> <p>() não () sim</p>	<p>Esta pergunta busca averiguar o olhar dos entrevistados, acerca das ameaças que os impactos no entorno representam para a área núcleo do parque. Assim como despertar para a necessidade de medidas preservação ambiental no entorno. Pergunta aberta a responder mais de uma opção, e incluir outras.</p>
<p>(3.7)- De que forma você observa que os impactos da Zona de Amortecimento interferem na área núcleo(PARNA-</p>	<p>Esta pergunta é complementar a pergunta 3.6. Pois busca identificar as ameaças do entorno para a área núcleo.</p>

Tijuca)? () entrada de animais domésticos () queimadas () poluição dos rios() fauna e flora exóticas () outros: _____ _____	Pergunta aberta a responder mais de uma opção, e incluir outras.
---	--

Tabela 1- Relação entre perguntas e critérios utilizados para levantamento de impactos ambientais.

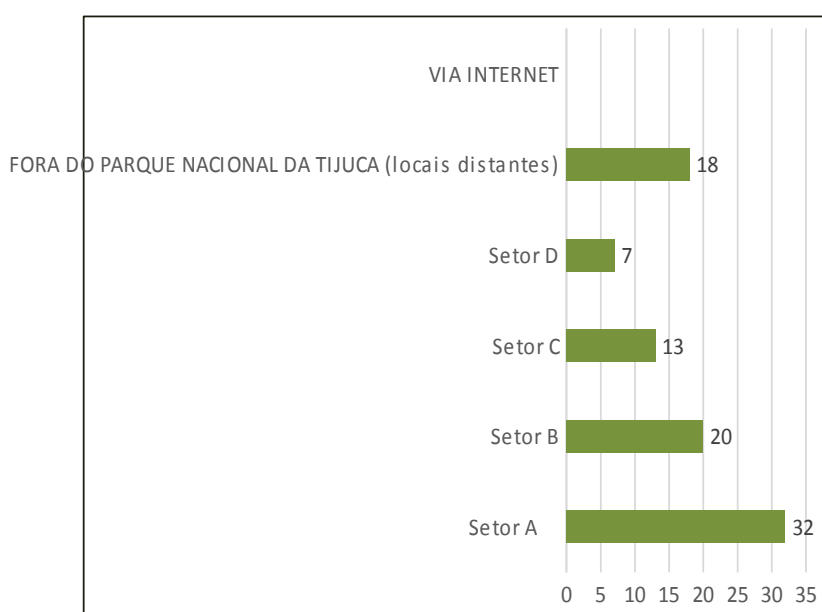


Figura 3 – local da entrevista.

5- RESULTADOS:

A maioria das pessoas que fizeram parte da amostragem é residente do Rio de Janeiro e a maior parte dos entrevistados que moram fora do Estado do Rio de Janeiro ou em outro país foram entrevistados no Cristo Redentor (setor B, área núcleo). A faixa etária também se apresenta variada, entre doze e oitenta e um anos. Sendo predominante a faixa etária entre quarenta e um a sessenta anos, que

representam trinta e quatro pessoas da amostragem (38%). É importante ressaltar este dado para compreender se as respostas variavam entre as gerações tanto no que diz respeito às informações ambientais, quanto ao olhar sobre a natureza. Não houve um perfil definido de respostas de acordo com a faixa etária, que constataste, por exemplo, que as pessoas de faixa etária mais elevadas tinham mais informações. Sendo assim, observa-se que idade não está relacionado à conhecimento em relação ao PARNA - Tijuca, mas sim a o acesso à educação, no caso dos visitantes eventuais e envolvimento que se desenvolve na convivência com a localidade no caso de moradores, funcionários, voluntários e visitantes mais assíduos.

Quanto ao nível de escolaridade, a amostra alcança todos os níveis de escolaridade. Desde nenhuma escolaridade até o doutorado. Porém é predominante pessoas com nível superior completo, que corresponde a 25% das dez categorias de escolaridade incluídas no questionário (Figura 4).

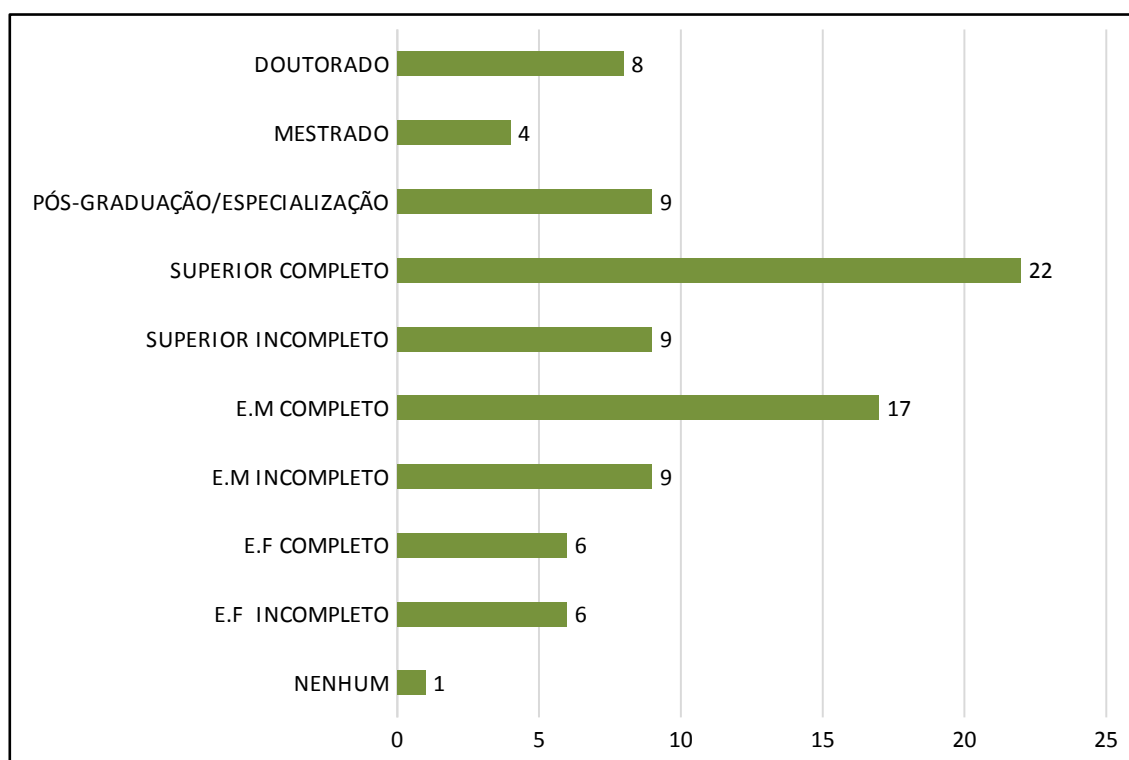


Figura 4 - nível de escolaridade dos entrevistados.

A pergunta sobre o que mais desperta a atenção, também estava aberta para responder mais de uma opção e incluir outras (Figura 5). O aspecto que predomina sobre todos os outros é a vegetação, bastante exuberante em muitos trechos, consiste em um fragmento do bioma da Mata Atlântica e é parte integrante da Reserva da Biosfera no Rio de Janeiro. Cerca da metade dos entrevistados desconheciam a história da Floresta da Tijuca e que a formação vegetal ali existente é secundária, ou seja, é reflorestada. Esses dados demonstram a necessidade de programas de Educação Ambiental, que visem essas informações para esclarecimentos à população visitante e contribuir para a conscientização. Em seguida as opções com mais destaque são trilhas, animais e cachoeiras. O aspecto silêncio gerou controvérsias, enquanto trinta e quatro pessoas (38%) consideram o PARNA - Tijuca silencioso, algumas pessoas discordaram. Julgam ser muito barulhento, atribuem isso principalmente a dois fatores: ao comportamento de grupos ao passearem pelo parque. E também pela quantidade de veículos tanto nas estradas internas como externas. Esta questão é mais evidenciada no Parque Lage, principalmente em áreas próximas a entrada, no qual faz limite com a Rua Jardim Botânico, que apresenta um intenso fluxo de automóveis. Tal característica é inerente a uma floresta urbana, mas ainda assim é possível se pensar em alternativas que atenuem o barulho, ou excesso de ruídos.

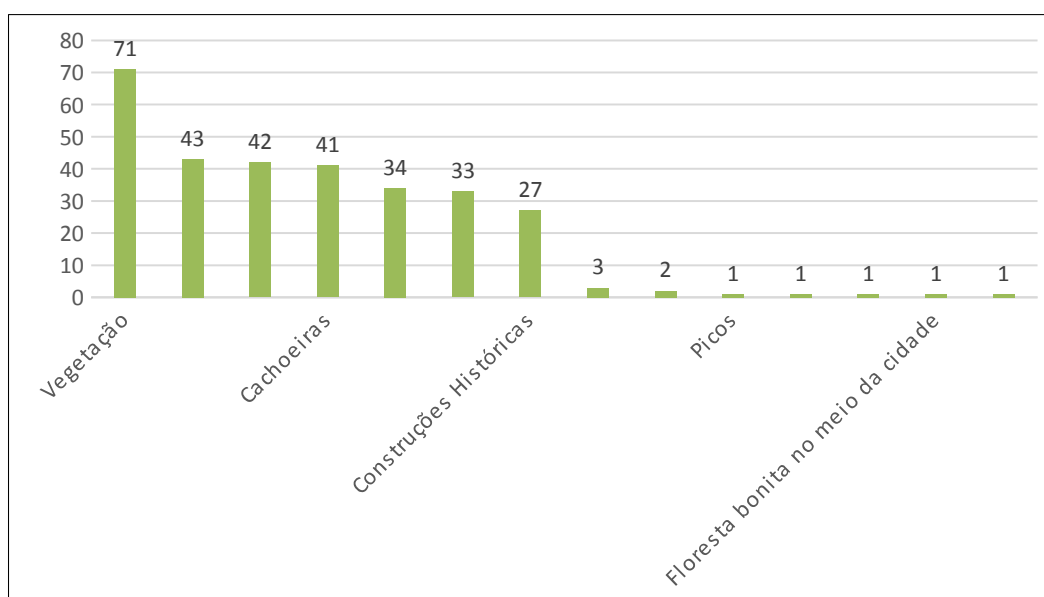


Figura 5 - o que chama mais atenção no PARNA - Tijuca.

É importante colocar que onze das noventa pessoas da amostragem (12%), colocaram que não observam impactos na área externa ao PARNA - Tijuca. Podem-se deduzir algumas justificativas para esta forma de enxergar o entorno. Uma delas é que esta parcela da amostragem realmente não estava atenta à degradação ambiental na área externa do PARNA- Tijuca. E a outra explicação é que as pessoas mesmo observando as degradações, não as consideram como tal, é como se os impactos no ambiente fizessem parte daquela paisagem. O que se encaixa bem no que coloca Ferrara (1999): a linguagem ambiental e a percepção que dela têm os usuários de um local têm sua existência identificada pela observação que capta e registra as imagens e as associa. Por outro lado, a rápida transformação que constitui o signo por excelência da cidade moderna, relativiza em curto espaço de tempo, aquelas imagens.

A maioria dos entrevistados (sessenta e sete pessoas, que corresponde a 68%) entendem que os impactos externos a área núcleo do PARNA - Tijuca, interferem na área núcleo. É consenso que o “efeito de borda”, compromete a área núcleo de uma unidade de conservação. Efeitos de borda são resultados ecológicos de alterações físicas e biológicas nos contatos do fragmento florestal (LAURANCE, 1991). Na Mata Atlântica, as bordas são resultado de processos naturais como o surgimento de clareiras ou limitações geográficas naturais como afloramentos rochosos e beiras de rios. Porém, são as bordas criadas pelo homem, que vêm gerando grande preocupação. Por isso todas as Unidades de Conservação, exceto Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) e Área de Proteção Ambiental (APA), ambas incluídas na categoria de uso sustentável, de acordo com o SNUC devem ter zona de amortecimento, com limites definidos no Plano de Manejo da UC. O objetivo da zona de amortecimento é evitar que as pressões externas a UC, interfiram na área núcleo, ou seja, tem o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (SNUC/2000). Na ZA se encontram as bordas citadas por Laurance. De acordo com os resultados da Figura 6 foi verificado que, vinte pessoas (22%) acreditam que os impactos na área externa não interferem na área núcleo e três pessoas (4%) não souberam responder, demonstraram dúvidas quanto a esse processo.

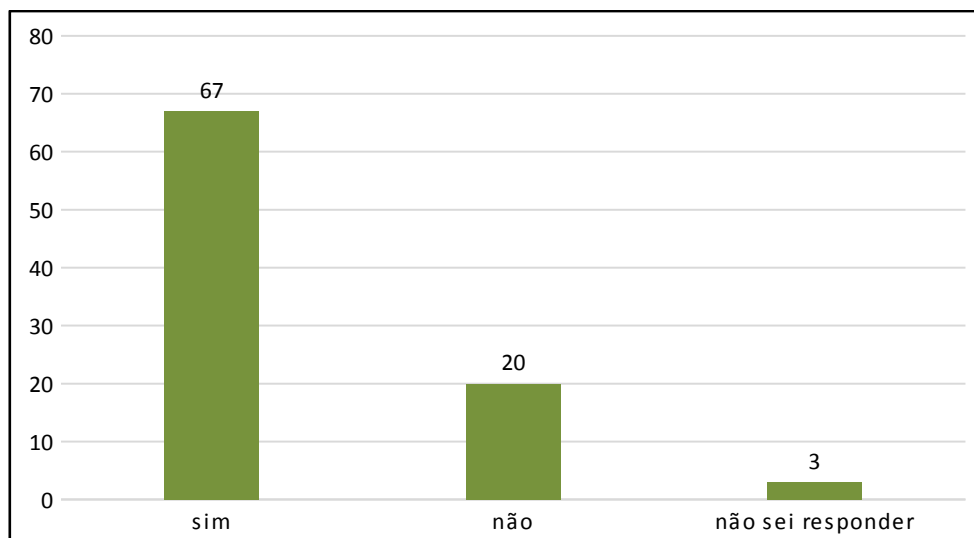


Figura 6- conhecimento acerca de que impactos na área externa interferem na área núcleo.

Ao longo da pesquisa, observou-se que fora dos limites da Zona de Amortecimento do Parque Nacional da Tijuca (ZA do PARNA - Tijuca), há densas ocupações urbanas que trazem significativos impactos ambientais em uma área de grande potencial natural, representada pela mata remanescente, que cobre o maciço da Tijuca. As ocupações são predominantemente residências, e comércio local, que atende a população local. Portanto, há grande diversidade da fauna, flora, riquezas espeleológicas, monumentos históricos e os mananciais de recursos hídricos. (Costa, 2014). Com relação aos impactos observados na área externa, os três impactos mais apontados foram: poluição por veículos, poluição dos rios, e resíduos sólidos. Seguidos por: queimadas, presença de fauna e flora exóticas, caça, antenas de transmissão, ocupação irregular (favelas), barulho, festas, oferendas religiosas, desmatamentos e ocupação populacional.

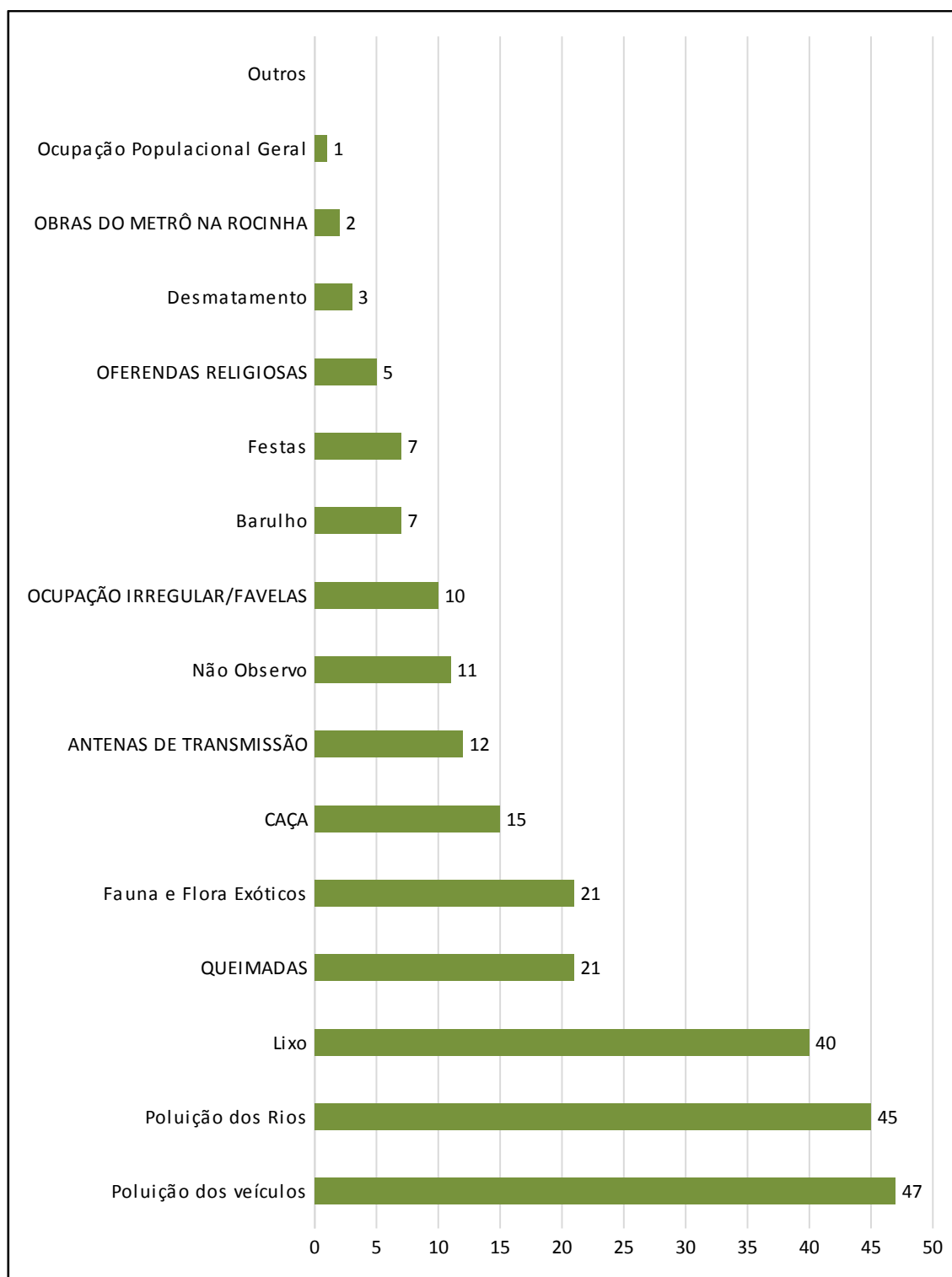


Figura 7- impactos ambientais apontados na área externa ao PARNA - Tijuca

A maioria das pessoas que responderam ao questionário com mais propriedade fazem parte do grupo de funcionários do PARNA - Tijuca. Cujo é um

grupo que demonstra boa formação, conhecimento e envolvimento com o PARNA - Tijuca. De acordo com a Analista Ambiental do PARNA - Tijuca, em entrevista para a presente pesquisa, em setembro de 2013: [...] o parque oferece curso de capacitação. Ele é desenvolvido pela equipe de educação ambiental e ministrado periodicamente aos novos funcionários. Alguns funcionários não só absorvem bem o conteúdo do curso, como também se tornam parceiros do parque auxiliando em diversas tarefas para a sua conservação. Talvez eles percebam mais facilmente no dia-a-dia os impactos antrópicos na biota do parque, o que dificilmente acontece com tanta profundidade nos visitantes.

É importante ressaltar que no interior da Unidade de Conservação pesquisada, a forma de manejo da água também é inapropriada. Algumas informações a este respeito foram amplamente apontadas nas respostas dos questionários aplicados. Uma das informações e constatação é que não há sistema de tratamento de esgotos, para tratar os efluentes gerados nas instalações do PARNA- Tijuca, que por sua vez são lançados nos corpos hídricos do próprio parque. E outro consiste na captação de água pela CEDAE, observada pelo senso comum como inofensiva. Tanto a captação legal feita pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) quanto à irregular feita por moradores do entorno é prejudicial à Floresta da Tijuca. Este tipo de captação contribui para agravar a crise hídrica, pois seca os poços particulares e rios. Abaixo seguem imagens realizadas em trabalho de campo, que ilustram a situação dos mananciais do maciço da Tijuca:



Figura 8 - cachoeira da Comunidade Furna de Agassiz, alto nível de poluição, gerado a montante e no local, por fontes difusas. Ao fundo pode-se observar o maciço da Tijuca. Manancial que corta a comunidade é o Rio Carioca.



Figura 9 - água poluída descendo das encostas; poluição gerada por fontes difusas.
Fotos: Wânia Olívia da Costa (Agosto 2013).

6- CONCLUSÕES:

A partir de uma pesquisa que buscou levantar os principais impactos ambientais do entorno do Parque Nacional da Tijuca (PARNA - Tijuca), assim como identificar as pressões decorrentes das ocupações dessas áreas e das visitas, constatou-se a necessidade de focalizar um estudo sobre os mananciais do Maciço da Tijuca. Uma vez que, a poluição dos rios foi o impacto significativamente apontado e observado na pesquisa precedente.

Se, por um lado, sabe-se que a maior parte do fornecimento de água da cidade do Rio de Janeiro vem por adutoras que se ligam ao sistema Guandu Lameirão, na Serra do Mar, é importante lembrarmos que a Floresta da Tijuca (e o Maciço da Pedra Branca) ainda têm seus diversos córregos e rios represados por captações da CEDAE.

Os impactos ambientais que comprometem os recursos hídricos no entorno e adjacências do PARNA- Tijuca representam sérias ameaças para a conservação da Floresta da Tijuca; afetando a Biodiversidade e compromete serviços ambientais fornecidos pelos ecossistemas. Dessa forma, é de suma importância estudos para melhor caracterizá-los e minimizá-los.

Problemas como as inundações e a poluição das águas são resultados do manejo inadequado dos recursos naturais, no qual o processo de ocupação do espaço prioriza os interesses políticos e econômicos, degradando o meio ambiente e diminuindo a qualidade de vida (CUNHA,1996). Portanto, não somente estudos científicos devem ser desenvolvidos nestes ambientes, mas, também, é necessária a participação da sociedade, através da conscientização do uso racional dos recursos, para que a resposta da natureza sobre as ações antrópicas não traga danos ainda maiores a população e aos ecossistemas ainda existentes.

7- REFERÊNCIAS

ABREU, Maurício Almeida. A cidade, a montanha e a floresta. In: **ABREU**, M.A. (editor) Natureza e Sociedade do Rio de Janeiro, Biblioteca do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes. p. 54-103, 1992.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei Federal nº 9.985/2000** – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Brasília, 2000.

COELHO NETTO, A.L. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. In: **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**, organizado por GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B.; Ed. Bertrand Brasil, cap.3, p. 93-148, 1994.

_____. **O Geoecossistema da Floresta da Tijuca**. In: Abreu; M.A. de (Org): Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca. Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e esporte. Cap.5, p. 104-142, 1992.

COSTA, Wânia Olívia da. **LEVANTAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA DE AMORTECIMENTO, ENTORNO E ADJACÊNCIAS DO PARNA-TIJUCA(PARQUE NACIONAL DA TIJUCA)**.-- f.ou --p. 112. Trabalho de conclusão de curso de especialização em Gestão Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2014.

DIAS, Pessoa. **Análise da interconexão dos sistemas de esgoto sanitário e pluvial da cidade do Rio de Janeiro**: Valorização das coleções hídricas sob perspectiva sistêmica. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro-Centro de Tecnologia e Ciências Faculdade de Engenharia Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, 2003.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. da (Org.) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**.

Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

HEYNEMANN, Cláudia. **Floresta da Tijuca** - Natureza e Civilização. Secretaria Municipal de Cultura. Rio de Janeiro, 1995.

INSTITUTO CHICO MENDES PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE/ICMBIO. **Unidades de Conservação**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/4.%20Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: abr. 2013

LAURANCE, W. F. & BIERREGARD, R. O. (Eds.). **Tropical forest remnants: Ecology, Management, and Conservation of fragmented communities**. The University of Chicago Press. Chicago. USA. 616 p., 1997

LAURENCE, W. F. & YENSEN, E. **Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats**. Biological Conservation. 1991.

LAURANCE, G; ANADRADE, A; RIBEIRO, J. E.L.S.; GIRALDO, J.P.; LOVEJOY, T.E., CONDIT, R., CHAVE, J., HARMS, E.K and D'ANGELO, S. **Rapid decay of tree community composition**, 2006.

MOTTA, A.C.S. **Cresce a rede de esgotos sanitários da Guanabara**. In: Revista de Engenharia do Estado da Guanabara, Órgão da Secretaria de Obras Públicas, n. 1, Estado da Guanabara: jan./mar, p. 41-58. 1965.

Plano de manejo- PARNA-Tijuca 2008/ IBAMA. Plano de Manejo do Parque Nacional da Tijuca – Encarte 2: Análise da Região da Unidade de Conservação, 2008.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. **Forest Fragmentation, Synergisms and the Impoverishment of Neotropical Forests**. Biodiversity and Conservation, vol. 13, p. 1419-1425, 2004.

REQUISITOS BÁSICOS PARA A CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: EM BUSCA DO USO INTELIGENTE DA ÁGUA DE CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEL

Valdevino José dos Santos Júnior

OBJETIVO

Neste contexto, o presente artigo tem por objetivo apontar os procedimentos e tecnologias na captação e aproveitamento de águas pluviais de forma inteligente para fins não potáveis.

METODOLOGIA

A metodologia consistiu na sistematização de procedimentos e tecnologias para a captação e aproveitamento de águas pluviais.

Para isto, realizou-se um levantamento bibliográfico, para se verificar o estado de arte do tema: captação e aproveitamento de águas pluviais e o uso sustentável da água para fins não potáveis. Segundo Gil (2002) e Marconi e Lakatos (2010) o levantamento bibliográfico é útil quando o autor necessita, em um trabalho, de fundamentação teórica e requisitos para a identificação de informações e conhecimentos de um tema a ser estudado.

O levantamento bibliográfico é de suma importância na coleta de dados sobre um determinado em estudo, como realizado por Deves (2008), Flores *et al.* (2012) e Salla *et al.* (2013), sobre a temática em questão.

Utilizou-se a Norma Brasileira – NBR 15.527 de 2007 na orientação e organização deste estudo, visando o uso inteligente da água. Deste modo, o artigo estruturou-se no(a):

1. levantamento dos principais motivos em se utilizar águas pluviais;
2. detecção dos usos para fins não potáveis em áreas urbanas;
3. identificação das vantagens e desvantagens do aproveitamento inteligente das águas pluviais;

4. apresentação de Normas Técnicas relacionadas a projetos e instalação predial de água fria;
5. conceituação de termos técnicos e;
6. concepção do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais e suas tecnologias.

RESULTADOS OBTIDOS

Através do levantamento bibliográfico orientado pela NBR 15.527/2007, que trata da água de chuva – o aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, obteve-se os principais motivos pelos quais se deve utilizar as águas pluviais. Segundo Tomaz (2009) e Yoshino (2012):

- Conscientização e sensibilidade da necessidade da conservação da água;
- Região com disponibilidade hídrica menor que 1200m³/habitante.ano;
- Elevadas tarifas de água das concessionárias públicas;
- Retorno dos investimentos (*payback*) muito rápido;
- Instabilidade do fornecimento de água pública;
- Exigência de lei específica;
- Locais onde a estiagem é maior que 5 meses;
- Locais ou regiões onde o índice de aridez seja menor ou igual a 0,50.

Os usos das águas provenientes das chuvas devem ser utilizadas para fins não potáveis em áreas urbanas. Estes usos foram apontadas por Tomaz (2009), sendo eles: descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados por aspersão ou gotejamento e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

As vantagens e desvantagens encontradas por meio do levantamento bibliográfico, encontra-se apresentado na Tabela 1 abaixo.

TABELA 1 – Vantagens e desvantagens do aproveitamento de água pluvial.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Conveniência (o consumo ocorre no ponto de consumo).	Alto custo (principalmente comparada com outras fontes).
Fácil manutenção.	Suprimento limitado (depende da área de precipitação e da área de trabalho).
Baixos custos de operação e manutenção.	Custo inicial alto.
Quantidade relativamente boa (principalmente quando a captação é feita em telhado).	Não atrativo a política públicas.
Baixo impacto ambiental.	Qualidade da água é vulnerável.
As tecnologias disponíveis são flexíveis.	Possível rejeição cultural.
Construção simples.	
Serve além de fonte de água como medida não-estrutural para a drenagem urbana.	

Fonte: Campos (2004), Couto (2012) e Yoshino (2012).

As normas técnicas relacionadas a projetos e instalação predial de água fria foram obtidas por meio da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através da NBR 15.527/2007, como já referido anteriormente, dispõe sobre o aproveitamento da água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, apresentando como referências normativas, as seguintes NBRs:

- ABNT NBR 10.844:1989 – Instalações prediais de águas de chuva;
- ABNT NBR 12.213:1992 – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público;
- ABNT NBR 12.214:1992 – Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;
- ABNT NBR 12.217:1994 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público;

- ABNT NBR 5.626:1998 – Instalação predial de água fria.

Estas normas apesar de serem antigas, fornecem bases suficientes para a concepção de projeto, dimensionamento, cálculo da área de captação, do *first flush*, das calhas, condutores, reservatórios, bombas e extravasores.

Neste contexto, sente-se a necessidade de conceituar alguns termos técnicos utilizados na captação das águas de chuva. Como explanado a seguir, conforme a NBR 15.527:2007, Tomaz (2009) e Vieira, Alves e Alves (2013), com algumas atualizações:

- Água de chuva: É a água coletada durante eventos de precipitação pluviométrica em telhados inclinados ou planos onde não haja passagem de veículos ou de pessoas. As águas de chuva que caem nos pisos residenciais, comerciais ou industriais não estão inclusas no sistema proposto.



Figura 1. Esquema de aproveitamento de água de chuva.

Fonte: Tomaz (2009)

- Água não potável: Entende-se por não potável aquela que não atende a Portaria nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde;

- Área de captação: Área, em metros quadrados, da projeção horizontal da superfície onde a água é captada.
- Coeficiente de *runoff* (C) ou escoamento superficial: Coeficiente que representa a relação entre o volume total escoado e o volume total precipitado.
- Demanda: A demanda ou consumo de água é a média anual, mensal ou diário, a ser utilizado para fins não potáveis num determinado tempo
- *First flush*: Após três dias de seca vai-se acumulando nos telhados, poeiras, folhas, detritos, etc e é aconselhável que esta primeira água seja descartada (*first flush*). Conforme o uso destinado às águas de chuvas pode ser dispensado o *first flush* dependendo do projetista. As pesquisas feitas mostram que o *first flush* varia de 0,4 L/m² de telhado a 8 L/m² de telhado conforme o local. Na falta de dados locais sugere-se o uso do *first flush* no valor de 2 L/m² de área de telhado.
- Reservatório intermediário: Local onde pode ser armazenada a água de chuva para ser utilizada. Se água de chuva for clorada deverá ter tempo de contato mínimo de 15 min dentro do reservatório intermediário.

A concepção do sistema de aproveitamento de águas pluviais deve atender a NBR 5.626:1998 (Inst. Predial de água fria) e ABNT NBR 10.844:1989 (Inst. Predial de água pluvial) e constar o alcance do projeto, a população e a demanda, além das séries históricas e sintéticas das precipitações da região.

No de sistema de captação e aproveitamento da água pluvial, deve-se conter: a área de captação, as calhas e condutores, reservatório, dispositivo de desvio das chuvas, bombas e extravasores.

No dimensionamento de calhas e condutores utiliza-se a NBR 10.844:1989 – Instalações prediais de águas pluviais, tem-se como informações necessárias, a área de contribuição e intensidade pluviométrica. Com estes dados espera obter: vazão de projeto, inclinação da calha e dimensões das calhas e condutores.

Os reservatórios devem seguir a NBR 12.217:1994 (Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público).

As Figuras 2 e 3 ilustram as tecnologias empregadas em reservatórios.

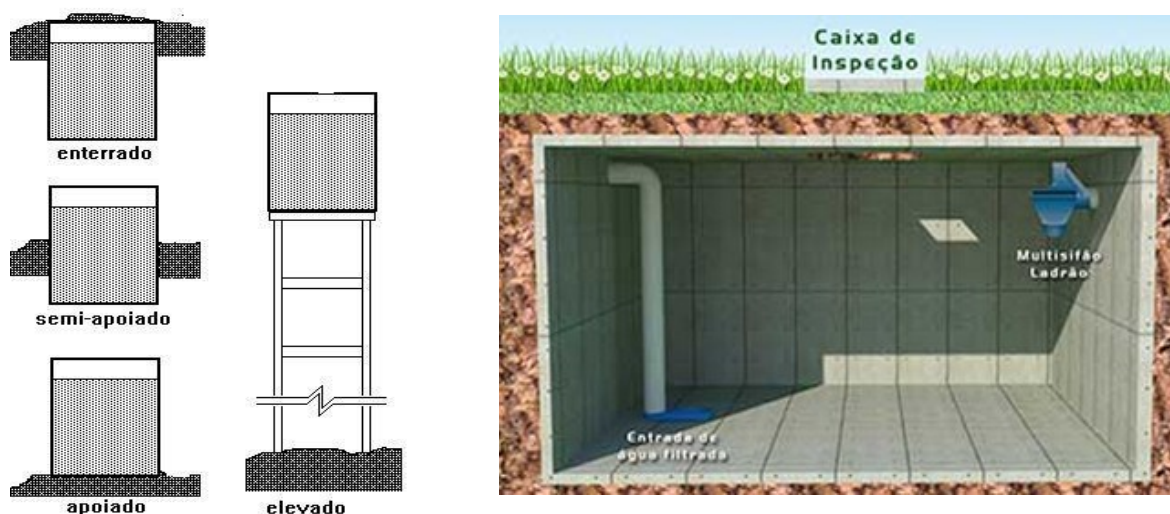


Figura 2. Tecnologias empregadas a reservatórios.



Figura 3. Tecnologias empregadas a reservatórios.

O dispositivo *first flush* é uma tecnologia utilizada no uso inteligente da água, com este é possível eliminar as primeiras águas pluviais que incidem sobre uma superfície ou área de coleta que contém poeira, fuligem, galhos, folhas, etc. (VIEIRA, ALVES e ALVES, 2013), e por meio deste dispositivo, é possível a deposição de 80% de sólidos em suspensão da água coletada (RODRIGUES-TÃO e HANAI, 2013).

A Figura 4 abaixo ilustra o funcionamento do *first flush*.



Figura 4. Funcionamento do *first flush*.

Fonte: Vieira, Alves e Alves (2013)

Uma tecnologia empregada sobre o *first flush* está apresentada na Figura 5 a seguir.

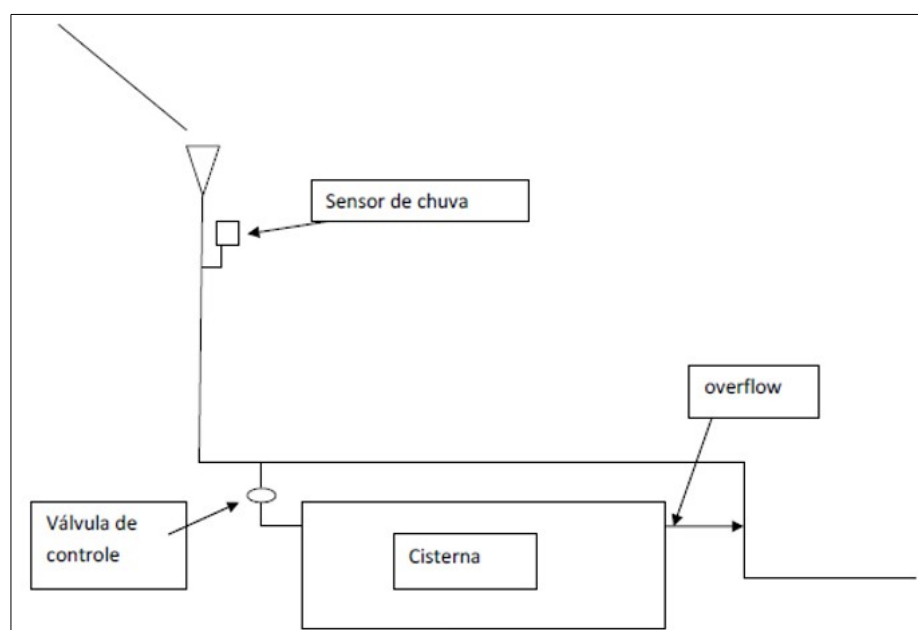


Figura 5. *First flush* com sensor de chuva e válvula controle.

Fonte: Tomaz (2009)

Este dispositivo *first flush* apresenta menor perda de água pluvial, por conter um sensor de chuva e válvula controle que regula a entrada de água na cisterna ou reservatório. Em até 3 dias não é necessário o *first flush* (TOMAZ, 2009).

Com esta tecnologia, é possível a redução da perda de água com o descarte desnecessário das primeiras águas no intervalo menor que 3 dias, caracterizando-se, assim, como uma tecnologia de relevante para o uso inteligente da água de chuva (VERDADE, 2008; VIEIRA, ALVES e ALVES, 2013).

CONCLUSÃO

Com vista ao desenvolvimento sustentável e uso inteligente da água, é de suma importância a preservação dos recursos naturais, sobretudo os hídricos. O uso de técnicas para a redução do consumo excessivo de água são válidos.

A captação e aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, reduzem o gasto mensal de água em, por exemplo, em residência, condomínio e indústrias, caracterizando-se, assim, o uso inteligente da água. Evitando a utilização de água tratada, dentro dos padrões de potabilidade para usos que não necessitam dessa água com qualidade.

A água da chuva pode ser utilizada para diversos fins, como: irrigação de plantas, usos industriais, na descarga de bacias sanitárias, lavagem de carros, construção civil, dentre outros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5626** – Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

_____. **NBR 15.527** – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____. **NBR 10.844** – Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

_____. **NBR 12.217** – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 1994

CAMARGO, L.O. de; MENDES, P. C. D. **Captação de água pluvial para fins não potáveis, na FATEC de Itapetininga-SP**. VIII Workshop de pós-graduação e pesquisa do Centro Paula Souza. São Paulo: 2013. p. 404-415.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. 2004. 157f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, 2004.

CASTELUCCI, S. de O. **Captação e utilização de águas pluviais para fins não potáveis. Projeto de pesquisa**. São Paulo: Porto Feliz, 2010.

COUTO, V. B. **Projeto de aproveitamento da água de chuva para o ginásio de esportes da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em Joinville**. 2012. 205f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2012.

DEVES, O. D. **Utilização da Água**: um estudo do potencial de captação de água das chuvas e a importância das políticas públicas e da educação ambiental. Anais. Encontro Nacional da Anppas, IV. Brasília, 2008.

FLORES, R. A. *et al.* **Potencial de captação de água de chuva para abastecimento**: o caso da cidade de Belém (PA, Brasil). Estudos Tecnológicos em Engenharia, v. 8, n. 2, jul-dez., 2012. p. 69-80.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. Ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

RODRIGUES-TÃO, N. G.; HANAI, F. Y. **Estudo da viabilidade da implantação de um sistema de tratamento de First Flush nas áreas urbanas da bacia Santa Maria do Leme, São Carlos, SP**. 2013. Disponível em: <<http://estatico.cnpq.br/portal/premios/2013/pjc/imagens/publicacoes/ganhadores/Ensinosuperior/3NicolasGuerraRodriguesTao.pdf>>. Data de acesso: 15 jun. 2015.

SALLA, M. S. *et al.* **Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade**. Ambiente Construído, v. 13, n. 2, abr.-jun. 201. p. 167-181.

SANTANA, A. S. **Modelo sustentável de captação e reserva da água das chuvas: um estudo de caso do programa ASA RURAL, implantado na fazenda Bulcão, município de Aimorés, Minas Gerais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Auditoria, Perícia e Gestão Ambiental) – Faculdade Redentor. Ponte Nova, 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis**. 2009. Disponível em: <www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro.../capitulo8.pdf>. Data de acesso: 04

jun. 2015.

VERDADE, J. H. de O. **Aproveitamento de águas de chuva e reutilização de águas cinzentas.** 2008. 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

VIEIRA, D. L. M.; ALVES, G. M.; ALVES, C. E. S. **Estudo da viabilidade do uso da água da chuva em lava rápido.** Anais. Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, VIII. Maringá, 2013.

YOSHINO, G. H. **O aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na cidade universitária professor José da Silveira Netto – Belém/PA.** 2012. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2012.

A ÁGUA EM SEIS DIAS

Edson Monteiro

Engenheiro, professor e escritor

RESUMO

Relato comentado sobre o episódio conhecido como "A Água em Seis Dias",
ocorrido na cidade do
Rio de Janeiro em 1889.

A Corte enfrentava uma grande seca agravada pelos dias de calor.

A população clamava por solução para o problema da falta d'água.

Paulo de Frontin e colegas engenheiros solucionam o problema, incentivados pelos
artigos de Rui
Barbosa no Diário de Notícias.

A Cidade exulta com a água chegando. Frontin e colegas são homenageados pelo
povo carioca.

INTRODUÇÃO

No ano passado, 2014, completaram-se vinte anos do lançamento de meu primeiro ensaio literário, um despretensioso trabalho intitulado "Aspectos Éticos na Engenharia", onde fui agraciado com o Prefácio do mestre engenheiro Octávio Reis de Cantanhede Almeida, inesquecível ícone da engenharia brasileira.

Na ocasião, mestre Octávio ressaltou algumas frases citadas por mim no trabalho. Para ele, segundo disse, eram chamadas de atenção muito sérias para aqueles que se dispusessem a exercer com dignidade e responsabilidade a nobre profissão. Foram elas:

- falei que cidadania só se exerce num habitat ético;
- fora disso, a cidadania é ilusão, a civilização é fantasia e o Homem está distante da

incomparável amplitude de sua potencialidade cósmica;

- os líderes terão que ser éticos para serem estadistas, e esses dois adjetivos, nesse caso, são completos sinônimos.

Eu não desconhecia o sentimento de 'coisa óbvia' das afirmações acima. Sabia também que pouco se consegue de prático na simples afirmação de ditames morais. Era necessário, no bojo de meu ensaio, que eu trouxesse exemplos — pelo menos um — de como na engenharia a ética teria que prevalecer, com a consequente vitória da cidadania. E foi na busca do exemplo, que encontrei na História do Rio de Janeiro um episódio que enobreceu a carreira de um engenheiro, trazendo para a ainda capital do Império a demonstração do quanto a competência e a coragem resultam no bem coletivo, sinônimo de comportamento ético a que o meu ensaio se referia.

É sobre isso que vou falar, numa reminiscência dedicada principalmente aos jovens engenheiros.

O EPISÓDIO EXEMPLO, EM SUA ORIGEM

Começo este relato, registrando palavras da página 81 daquele meu ensaio, suportadas pelas referências das páginas 46 a 55 do livro "Presença de Paulo de Frontin", de Luiz Dodsworth Martins, absolutamente oportunas do ponto de vista histórico e que, lamentavelmente, encaixam se na atualidade de nossa cidade do Rio de Janeiro. Vejamos esta história exemplo e torçamos para que ela nos sirva de paradigma nos procedimentos éticos de nossa nobre profissão.

Era o ano de 1889. Poucos dias eram passados de seu casamento, quando André Gustavo Paulo de Frontin apareceu como árbitro de uma controvérsia política que abalava a opinião pública.

Após longo período de estiagem, agravada nos meses de verão, o suprimento de

água no Rio de Janeiro, já antes insuficiente e constituindo mal crônico, reduzira-se a ponto de transformar-se em calamidade. O povo clamava nas ruas diante de chafarizes secos e formava comícios, comandados por oradores que pediam, em palavras inflamadas, providências imediatas e eficazes.

Os estudos da "Comissão do Novo Abastecimento" jaziam congelados nos gabinetes.

Foi então que Rui Barbosa, que assumira a 7 de março a direção do Diário de Notícias, decidiu encabeçar uma Campanha de Oposição. Ele tinha sido voto vencido no recente Congresso do Partido Liberal onde propusera o 'regime federativo'. Para ele, uma pena brilhante e um opulento vocabulário, nada melhor que um tema onde sobressaia a apatia do Governo e de seu ministro Rodrigo Silva ante o sofrimento da população.

E assim, de 10 de março a 26 de março, sem interrupção, Rui publica oito artigos sobre o episódio a que chamou, em desafio, "Água em Seis Dias".

10 DE MARÇO: "O TERROR"

"A origem predominante do mal, todos o percebem — a seca. O remédio, todos o proclamam — água, água, água. Não a que baixa do céu, e sobre a qual não tem poder o piíssimo ministro do Império, Conselheiro Antonio Ferreira Viana, por mais que multiplique as preces 'ad petendam pluviam'; a não ser que S. Excia. esteja contando com a misericórdia de Santo Equinócio,taumaturgo habitualmente chuvoso.

Mas água, aquela que está nos mananciais, cuja corrente o Governo ainda não pôs ao alcance desta população, simplesmente 'porque não quis, e não quer'.

Ninguém ignora que as nascentes da Serra do Comércio supririam largamente as necessidades desta capital.

Pois bem! Acabamos de chegar à mais plena certeza ouvindo engenheiros de competência especial e providíssima. Podemos afiançá-lo, sem o menor escrúpulo, aos nossos leitores: Para trazer essas águas à cidade, mediante comunicação provisória, por uma calha de madeira, com as cachoeiras do Tinguá, até que se conclua a canalização definitiva, 'bastam seis dias — seis dias, não mais... Se o povo do Rio de Janeiro encher as ruas e disser ao ministro que quer e há de obter água — tê-la-á!!!'

A ÚLTIMA HORA (12 de março), ÁGUA E NÃO ZOMBARIA (13 de março), BUSCAR LÁ (14 de março), SOLUÇÃO (15 de março), ÁGUA EM SEIS DIAS (16 de março)

Em 13 de março, disse Rui: *"Havemos de apurar este assunto fio a fio, sem tréguas, enquanto o Governo não se resolver a encará-lo com boa fé, ou a peste, agradecida, não lhe fizer o serviço de levar-nos".*

Em 15 de março: *"(...) faz ainda bem poucos dias (10 do corrente) que o Ministério mandou pelo Jornal do Comércio clamar, a som de trombetas, estas vozes: Afirma-se que é possível a canalização das águas do Comércio com tempo de serem aproveitadas pela população da Corte durante a quadra que atravessamos. Ora, se é assim, que se indiquem os meios e o nome do profissional capaz de realizar este milagre.(...) Resta agora, àqueles que sustentam esta possibilidade, o dever patriótico de virem em auxílio da administração. O que se viu é que, quarenta e oito horas depois, Buarque & Maia submetiam à Secretaria de Agricultura um projeto, que revelou ao público a exequibilidade da canalização das águas num decurso de tempo que o Governo tachara de miraculoso".*

Diante da Proposta, o Governo mandou preparar, pela Repartição de Obras Públicas, a execução do respectivo projeto. E, então, diz Rui: *"Como quem não é capaz de trair a legendária tradição da nossa moralidade administrativa, manda agora o gabinete fazer público que a Proposta Buarque & Maia é do seu especial*

agrado, mas o preço não lhe toa; pelo que, como honrado administrador de uma nação honrada, ele recusa-lhe a remuneração empalmando a propriedade. Na verdade, a firma se propunha a trazer a água em 40 dias!!!"

Em 16 de março, finalmente, o artigo bombástico intitulado "*Água em Seis Dias*", onde Rui

começa dizendo: "*Água em Seis Dias, Sr. Ministro da Agricultura, e não Quarenta!!! Leia Sua Excelência a seguinte carta do ilustrado lente da Escola Politécnica, o Sr. Dr. Paulo de Frontin, e faça retroceder a repartição do abastecimento à vergonha da sua incapacidade*":

A CARTA-BOMBA

"Rio de Janeiro, 15 de março de 1889.

Exmo. Sr. Redator do Diário de Notícias,

Rejeitando a proposta de seus amigos senhores Buarque & Maia resolveu o Governo Imperial incumbir o Dr. Francisco Bicalho de, em quarenta dias, trazer para a Cidade um suprimento provisório igual ao volume de água que normalmente recebe a Corte.

Por informações fidedignas, sei que o Dr. Francisco Bicalho pretende lançar no vale do Rio Santo Antônio as águas do Rio São Pedro, e para tal fim já enviou pessoal e iniciou trabalhos.

Como o Rio São Pedro, no ponto em que é necessário tomar a água para realizar este projeto, fornece, conforme a medição feita pelo Dr. Armênio de Figueiredo, por ordem do Dr. Francisco Bicalho, menos de 40 milhões de litros, não poderá este engenheiro cumprir o que foi prometido pelo Ministério da Agricultura, ou seja, o suprimento de água à Cidade do Rio de Janeiro.

Irrealizável quanto ao volume d'água, creio que apesar dos recursos extraordinários postos à sua disposição, também o será em relação ao prazo de execução; porquanto, não só não pertencem ainda ao Estado as águas do Rio São Pedro, que pretende o Dr. Bicalho canalizar, como também pelo fato de ainda há três dias julgar ele impossível no prazo de quarenta dias trazer o suprimento provisório de 25 milhões de litros, proposto por Buarque & Maia.

Do estudo a que procedo, tinha coligido ser possível à firma Buarque & Maia, atentos os recursos de que dispunha, trazer em trinta dias o suprimento já citado; por segurança, elevaram este prazo para quarenta dias, mas nele o fornecimento seria total, devendo muito antes chegar à Cidade.

Desde que o Dr. Francisco Bicalho só visa trazer as águas do Rio São Pedro, e tendo em vista o que acima expus, creio que o Governo Imperial, que deve procurar plena certeza de quanto antes remediar as tristes condições em que se acha a população da Corte, não deverá se opor à realização do que segue.

Em seis dias é praticável trazer à Corte cerca de 15 milhões de litros d'água.

Assumo a responsabilidade de tal trabalho, quer executando-o mediante autorização do Governo, quer empreitando-o pela quantia de 80:000\$, o Governo cedendo os tubos que possuir e que por fim forem requisitados, bem como fazendo com toda a brevidade os transportes que pela estrada de ferro da Rio do Ouro forem necessários; igualmente adquirindo o Governo as águas que indicar e cujo custo é inferior a 90:000\$.

Aceita amanhã esta proposta, sábado, 23 do corrente, jorrará na cidade o suprimento provisório.

De V. Exa. at. ven. e adm. af., Paulo de Frontin".

O QUE DISSE RUI APÓS A CARTA ('Água em Seis Dias', 16 de março)

"Não há o que comentar aqui. O fato encontrará o comentário de que é digno na

emoção com que esta Cidade o vai receber. Se depois de subscrever o ato que há de mandar executar a proposta Frontin — água em seis dias — o Ministério ainda tiver coragem para administrar o país, é que já não há quem demita ministérios. Na consideração pública é que nunca mais se levantará; porque especulou com os sofrimentos populares a bem de interesses reservados.

Quando o Diário de Notícias, sem segunda intenção, de puro sentimento de humanidade, afirmou a possibilidade da canalização provisória 'em seis dias', o Gabinete, em vez de mandar proceder a investigações sinceras, encenou o entremez que presenciamos, com a deliberação assente 'a priori' de humilhar e enfiar a imprensa, cujas informações devia ter acolhido como um serviço e não como um ataque.

Os nossos 'seis dias' caíram, porque o Governo não quis buscar quem beneficiasse ao público, mas quem nos desmentisse a nós.

Todavia, do incidente, promovido pela nossa dedicação aos perigos de nosso ofício, resultou a certeza de que era questão de 'dias' e que os agentes ministeriais até então asseveraram demandar semestres. E o Governo, em vez de fazer justiça aos que tinham feito baixar o assunto da região misteriosa e indefinida em que o encerrava a hidráulica do Pedregulho, mandou meter à bulha o pobre 'Diário de Notícias', tripudiando com a decepção, que poderia magoar-nos o amor próprio, se pertencêssemos à massa dos tolos, mas que à população sedenta e flagelada vinha infligir redobradas amarguras.

Pois bem, vingou a conspiração da malevolência oficial e oficiosa. Eles rejubilavam-se diante da peste, contando que nós pudéssemos passar por levianos. Perderam a vaza; aí está a 'água em seis dias'. Aplausos à ciência generosa, independente e honesta que não foge à responsabilidade, e não se corrompe no oficialismo zanaga.

Agora rimo-nos nós, mas rimo-nos em fraternização com o contentamento público. 'Água em seis dias!' 'Rira bien qui rira le dernier'."

17 DE MARÇO ('Água em Seis Dias', manutenção do título do artigo anterior)

Rui continua a castigar o oficialismo:

"Onde foi o Dr. Frontin buscar o segredo desta solução maravilhosa? Presumimos que nos seus estudos, quando secretário da Comissão de Abastecimento D'Água, lugar onde serviu por algum tempo. Como compreender, pois, que até hoje não atinasse com esse achado o diretor daquele serviço que, exercendo essa função há oito ou dez anos, devia conhecer, como as palmas de sua mãos, o mínimo filete d'água corrente naquelas paragens e as possibilidades de sua utilização em reforço aos mananciais de onde bebemos?"

Ou não viu, e é incúria; ou viu e não soube concluir, e é ignorância; ou soube e ocultou, e é insinceridade. Em qualquer das hipóteses pode continuar a exercer com autoridade aquelas funções?"

26 DE MARÇO ('Água em Três Dias', o título do artigo)

"Seis dias, no máximo, foi o prazo estipulado pelo Dr. Frontin ao seu glorioso cometimento. Se dermos o justo desconto aos embaraços opostos à empresa, às cláusulas malévolas impostas ao contrato, aos estorvilhos inumeráveis, contínuos, renascentes, criados pela administração, e às dificuldades incalculáveis provenientes do tempo, com a sua mutação inopinada, as chuvas torrenciais que acompanharam a empresa desde o primeiro dia, os seus efeitos sobre as condições do terreno, esse redobrar de esforços, esse poder de trabalhos feitos, esse renovar da tarefa concluída — podemos inferir que, eliminados tais obstáculos, à heroica façanha em circunstâncias normais, seriam suficientes não 'seis dias', mas 'três' ou 'quatro' dias. Até que Deus Nosso Senhor teve misericórdia de nós e enviou ao gentio o Dr. Frontin, e viu-se que a parvoice era dos que nos impugnavam.

Ficou provado, assim, que mais vale a ignorância e a precipitação de um jornalista do que toda a ciência dos cientes ministeriais. Não fosse esse jornalista uma tábua

rasa, e não se teria arriscado ao mau quarto de hora de seis dias em que nos quiseram moer, dando oportunidade a este feito heroico da engenharia brasileira, coroada hoje numa das altas sumidades pelas mais belas palavras da gratidão pública".

PROSSEGUIMENTO DO REGISTRO

Esse julgamento de Rui premiou o sucesso que consagrou Frontin.

O Rio de Janeiro em peso lia os seus artigos de oposição.

O público anônimo opinava nos cafés, pelos encontros na Rua do Ouvidor, nas conversas entre os funcionários, nas antessalas da Câmara e do Senado. Faziam-se apostas. Os adversários do Ministério, os estudantes, os republicanos, e especialmente o povo esperançado, acreditavam nos 'seis dias'.

Os eternos descrentes da capacidade alheia, porém, tachavam a proposta de ousadia de moço inexperiente, se não de uma quixotada. Os próprios engenheiros, seus colegas, duvidavam fosse possível realizar a obra em tão curto prazo. Como nas tragédias clássicas, os fatos precipitavam-se. Esperava-se com ansiedade o desenlace próximo.

Rui tinha tido a habilidade de transformar um simples problema de técnica em um caso político. E o ministro Rodrigo Silva aceitava o desafio, e mandara preparar o contrato, certo de poder desmoralizar a oposição. Era como que uma prova medieval de decisão pelo juízo de Deus.

Nesse drama a que assistia toda a Cidade, é fácil definir os três personagens centrais. Rui, movido, de início, pelo propósito de derrubar o ministério, foi-se apaixonando, aos poucos, pela beleza do feito. O ministro, enleado na burocracia oficial, não acreditando possível uma solução de emergência e receando uma

despesa injustificável, ansiava pelo fracasso de uma tentativa que aceitara apenas em atenção a um recado recebido do Imperador. Frontin, alheio a qualquer pendência política, sentia o impulso de um técnico confiante na segurança de seus dados para trazer solução imediata a um angustioso apelo de sua cidade.

FINALMENTE, O CONTRATO LEONINO

Essa análise dos fatos é coerente com o que ocorreu: Frontin teve que assinar um contrato, sem tempo de avaliar termos e cláusulas de garantias unilaterais. Nele não havia previsão a favor do engenheiro para os efeitos negativos de intempéries, ou mesmo falhas oriundas dos serviços oficiais. E ambos aconteceram...

Os prazos eram rígidos:

Seis dias para fornecer 13 a 15 milhões de litros d'água (artigo 1º), terminando as obras e a entrega do volume d'água precisamente no dia 24 (artigo 9º). A estrada de ferro para o transporte dos canos seria cedida por exatos dois dias (artigo 7º).

A multa por não ser concluído o trabalho em seis dias seria de 10.000\$000 por dia de excesso, até três dias de prorrogação (artigo 12). Excedido tal prazo, nada receberia o contratante pelo já feito e perderia o direito de terminar o serviço (artigo 13).

Se houvesse chuva torrencial por dois ou mais dias, o Governo teria o direito de sustar a execução da obra e indenizaria o executor apenas nas despesas devidamente justificadas (artigo 14).

As chuvas seriam, pois, objeto de punição, como se as chuvas funcionassem como determinantes da não necessidade da obra. O que prevalecia era evitar ao Governo qualquer despesa que pudesse não ser efetivada, mesmo que isso implicasse não

executar uma obra requerida por um caso de calamidade pública.

Em caso de bom êxito, oitenta contos de réis para pagar todas as despesas. Se excedido o prazo, ou seja, se fossem dez dias em vez de seis, prejuízo total para o contratado. Mas Frontin tinha confiança na ciência e no trabalho nacional, que não hesitou: **Assinou o Contrato!!!**



A EXECUÇÃO SOB CHUVA TORRENCIAL

16 de março, sábado, início do prazo. Domingo, 17 de março, dia difícil para recrutar mão de obra. Havendo gente, a contratação era imediata. Frontin organizara o serviço com duas turmas, sob a chefia de Carlos Sampaio e Júlio Paranaguá, respectivamente.

Na primeira turma atuavam os estudantes de engenharia Próspero Ariani e João de Barros Carvalhaes.

Na segunda, os estudantes Álvaro Ribeiro de Almeida e Luz, José Antonio Saraiva e o agrimensor Enéas Mário de Sá Freire.

Entre os jornalistas que acompanhavam o trabalho estavam Olavo Bilac, Coelho Neto e Raul Pompéia. E no serviço de socorros médicos estava o aluno de medicina Brício Filho.

Foi o engenheiro João de Barros Carvalhaes, da divisão dirigida por Carlos Sampaio, quem trouxe ao conhecimento público o drama daquela ação, cujo

entusiasmo e efeito sobre a opinião pública foi hipnotizante, todos torcendo diariamente pelo bom resultado do desafio. Disse Carvalhaes:

"Iniciamos os trabalhos sob forte temporal e chuva torrencial. Cuidávamos do transporte dos materiais em carroças tiradas por animais. Eram tubos de ferro fundido de variadas dimensões, então estocados no depósito da Comissão de Obras Públicas do terreno do Reservatório do Barro Vermelho, à Rua do Estácio de Sá para a estação da Ponta do Caju, da Estrada de Ferro Rio do Ouro. Aí, eram descarregados, empilhados e transportados para a estação terminal da via, de nome Tinguá.

Descarregados no Tinguá cerca de oito homens, no pulso, seguiam pela ladeira íngreme de barro mudado em lama, até o alto do Barrelão, onde se iniciavam as picadas de serviço. Enquanto isto, tratavam-se dos complementos obrigatórios, como preparação de refeições, compras de materiais, prosseguimento do difícil recrutamento etc.

O ambiente era de constantes contratempos. O Telégrafo Nacional não entregava os despachos para Petrópolis e Friburgo. O deslocamento de mão de obra convivía com o tumulto, gente indo para pontos distintos do programado, e a chuva caindo inclementemente.

Um boato de que a água chegaria, mas logo seria interrompida, obrigou que Frontin mantivesse junto à turma de Júlio Paranaguá, vigia permanente, pois havia suspeita de sabotagem. Os trabalhos topográficos determinaram a melhor linha após o Barrelão (ponto de tomada d'água na cachoeira Serra Velha) para que a missão resultasse positiva. Reconstruções e remontagens dessa linha foram uma constante, mas os descrentes estavam derrotados. Frontin manteve Paranaguá na vigia durante trinta dias. A derrota dos descrentes suscitava reações. Era preciso se acautelar".

SÁBADO, 23 DE MARÇO

As chuvas não impediram que na data marcada, 23 de março, Frontin reunisse o pessoal no Barrelão e lá assistisse, com seus auxiliares, a junção das águas.

Estava vencida a pugna. Rui Barbosa podia, então, desafogar a alma. e num arroubo de entusiasmo, escreveu:

"Um país que tem filhos tais (se referindo a Frontin) pode confiar no seu futuro".

Foi uma apoteose a chegada triunfal de engenheiros e trabalhadores depois que a água prometida jorrou no Reservatório do Pedregulho, trazendo do ribeirão da Serra do Comércio, 15 mil metros cúbicos (que em nova medição oficial passou a 16 milhões, 30 dias à frente), nos já decantados e célebres 'seis dias'.

Não houve reconhecimento oficial pelo feito. Mas a cidade vibrou. O Diário de Notícias abriu uma subscrição popular sugerida por Luiz Jácome a Rui Barbosa, alimentada por donativos de 500 réis, para custear a cunhagem de medalhas comemorativas, nas quais ficaram registrados os nomes de Paulo de Frontin, Carlos Sampaio e Júlio Paranaguá, na qualidade de representantes dos engenheiros e trabalhadores vitoriosos.

Nas medalhas lê-se, numa das faces: ***"Trabalho Livre"***, em alusão óbvia à recente Abolição da Escravatura. Na outra, a divisa que inspirou o feito: ***"Confiança na Ciência e no Trabalho Nacional"***

Este tornou-se o lema que Paulo de Frontin conservou em seus trabalhos futuros e que gostava de repetir a propósito dos sucessivos triunfos, dos quais ***"A Água em Seis Dias"*** foi o mais popular.



Palestra apresentada pelo autor no XI CBDMA - 11º Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente, promovido pelo Clube de Engenharia, em parceria com o CREA-RJ, no Rio de Janeiro, de 24 a 26 de junho de 2015, na sede do Clube de Engenharia.