

Edição temática em  
**Sustentabilidade**

# Iniciação

Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística  
Volume 6, Número 1

Outubro de 2016



ISSN  
2179-474X

## **CARO LEITOR,**

Começamos a nossa edição deste ano com o artigo dos professores *Valdir Lamim-Guedes e Renato Arnaldo Tagnin* do Centro Universitário Senac, que relatam sobre o Legado dos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio-2016: sustentabilidade, cobertura midiática e aspectos negligenciados. Para esses autores, e sem dúvida, abordar sobre a sustentabilidade em um evento deste nível é uma ação educativa importante, pelo menos, para estimular que os telespectadores reflitam sobre as questões ambientais e busquem se informar mais. Além disto, este evento tem repercussão na cobertura jornalística e nas mídias sociais, de forma que o número de pessoas alcançadas é ampliado. Os pesquisadores mencionam que na abertura dos Jogos Rio2016 foi considerada por alguns canais de comunicação como o maior evento de divulgação científico já realizado, devido à audiência e à abordagem sobre as mudanças climáticas e possíveis soluções para este problema socioambiental. Foi projetado um vídeo com cerca de 2 minutos com informações sobre o aumento da concentração de Gases Causadores de Efeito Estufa (GEEs), suas causas e uma possível solução: o plantio de árvores. A sequência de imagens ilustrou que com o aumento da temperatura no último século; a redução da calota polar, o aumento do nível do mar em Amsterdam, Dubai, Flórida, Shangai, Lagos e Rio de Janeiro caso a temperatura média suba 4 graus; a seguir, houve uma intervenção realizada no estádio por um jovem negro que apresentava ao público uma muda de árvore. Além disso, foi realizada uma nova projeção com algumas informações sobre o plantio de árvores em diferentes partes do mundo e a entrada dos atletas no estádio, foi também muito simbólica, pois cada um plantou uma semente, cujas mudas serão plantadas no parque que será um dos legados ambientais destes Jogos.

Nesta edição, poderão também aproveitar para ter uma excelente leitura dos trabalhos com temas voltados ao meio ambiente, sendo: Utilização das sementes de moringa oleífera como uma fonte sustentável de alternativa para o tratamento de efluentes de filtros biológicos dos autores *Emanuel Sadal Santos Oliveira, Vagner Sales dos Santos, Sheltonlaine Rodrigues de Souza e John Handerson do Nascimento Brito*; Rio Tietê: estratégias para a despoluição na RMSP e discussão sobre a Resolução Conama 357/2005 da autora *Renata Cardarelli Gabrielli*; Estudo da Viabilidade da Implantação de Biodigestor no Município de Hortolândia para Geração de Biogás dos autores *Cátia Rodrigues de Almeida e Evandro Noro Fernandes* e por fim, não menos importante, o artigo sobre Evolução da Macrometrópole e Possíveis Intervenções na Disponibilidade Hídrica para os Mananciais – RMSP dos autores *Cátia Rodrigues de Almeida e Benjamim Capellari*.

Quero agradecer aos autores desta edição, todos os avaliadores e à equipe executiva, que nos contribuíram para produzir mais este número da Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística.

Deixo registrado o meu convite a todos os leitores que nos contribuam enviando os artigos nas futuras edições da temática Sustentabilidade, pois a finalidade é fortalecer na disseminação das pesquisas científicas realizadas pelos alunos e seus orientadores.

Boa leitura a todos!

***Emília Satoshi Miyamaru Seo***  
**Editora**

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**  
**Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 6 no 1 – novembro de 2016, São Paulo: Centro Universitário Senac  
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>  
E-mail: [revistaic@sp.senac.br](mailto:revistaic@sp.senac.br)

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 



## **Legado dos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio-2016: sustentabilidade, cobertura midiática e aspectos negligenciados**

*Legacy of the Olympic and Paralympic Games Rio 2016: sustainability, media coverage and neglected aspects*

Valdir Lamim-Guedes & Renato A. Tagnin

Centro Universitário Senac – Campus Santo Amaro

{[valdir.gjunior@sp.senac.br](mailto:valdir.gjunior@sp.senac.br), [renato.atagnin@sp.senac.br](mailto:renato.atagnin@sp.senac.br)}

**Resumo.** A organização e realização dos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio-2016 envolve um grande esforço dos entes públicos, com a execução de obras, da sociedade civil e da iniciativa privada, o que depois se tornará no chamado legado olímpico. Neste texto analisaremos a questão da sustentabilidade nos Jogos e o legado ambiental, consideraremos que esta análise engloba diversas dimensões, não sendo “apenas” ambiental, mas socioambiental. Desta forma, apresentaremos de forma geral a proposta de legado ambiental dos Jogos Rio-2016, o Plano de Sustentabilidade para a organização e contrapor com a efetivação destes e aspectos negligenciados. Discutiremos também a questão midiática envolvendo os Jogos, sobretudo as cerimônias de abertura e encerramento.

**Palavras-chave:** sustentabilidade; mídia; conflitos ambientais; socioambiental.

**Abstract.** *The organization and conducting of the Olympic and Paralympic Games Rio-2016 involves a great deal of public entities, with the execution of works, civil society and the private sector, which then becomes the so-called Olympic legacy. In this paper, we analyze the issue of sustainability in the Games and the environmental legacy of this, consider that this analysis encompasses several dimensions, not being "only" environment, but socio-environmental. Thus, present in general the proposal of environmental legacy of the Rio 2016 Games, the Sustainability Plan for the organization and counter to the effectiveness of these and overlooked aspects. We will also discuss the media issue involving the Games, especially the opening and closing ceremonies.*

**Key words:** sustainability; media; environmental conflicts; environmental.



## Introdução

Antes e durante todo o período dos jogos olímpicos, foi ressaltado pela organização do evento e boa parte da mídia o valor da integração entre os povos, promovida nessa maciça concentração de público local, turistas e de espectadores em todo o mundo.

Na abertura e no encerramento, a apresentação de vídeos, danças, coreografias e música trouxeram a manifestação das culturas e das etnias que integram o povo brasileiro, exibindo criatividade, o colorido das roupas e dos cenários e a tropicalidade nas diferentes paisagens do país. Os recursos visuais e sonoros ajudaram a criar um clima envolvente, que entusiasmou o público nativo e estrangeiro, e estimulou alguns dos atletas a cantar e dançar da forma que podiam.

Especial destaque tiveram a biodiversidade brasileira e as culturas coexistindo em paz e harmonia, desde a chegada dos portugueses e sua surpreendente acolhida pelos índios, integrando esses dois mundos. Montou-se uma grande festa, em que os valores da solidariedade e sustentabilidade, explicitados nas diferentes manifestações, sensibilizaram os comentaristas da mídia nacional e internacional.

Será que é tudo isso?

Essa dúvida tem cabimento, e nem é preciso ser desconfiado para se sentir apertado e desconfortável entre esse ‘mundo olímpico’ e o cotidiano, povoado por desigualdades, que motivam parte das manifestações de rua, e as reações da população nas pesquisas de opinião. Esses pontos ressaltados em torno do evento têm grande valor simbólico, e por isso merecem um olhar mais aprofundado, que vá além do tom emocional, alegórico (ou marqueteiro?) com que foi representado.

No entanto, outra face foi mostrada, a das mudanças climáticas ameaçando populações nas cidades e no campo, com manifestações de extrema intensidade, em que a água aparece com violência em ressacas e inundações, ou desaparece, mudando a face da terra e das pessoas.

O nosso objetivo neste texto é o de analisar a questão da sustentabilidade, incluindo mensagens, símbolos e o legado na realização dos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio-2016, considerando que ela não é “apenas” ambiental, mas engloba diversas dimensões. Desta forma, apresentaremos de forma geral a proposta de legado ambiental dos Jogos Rio-2016, o Plano de Sustentabilidade para a organização e contrapor com a efetivação destes e aspectos negligenciados.

## 1. Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade

O debate sobre a sustentabilidade tem ganhando cada vez mais destaque. Desde 1962, quando Rachel Carson publicou o livro *Primavera Silenciosa* (título original em inglês: *Silent Spring*), no qual ela denunciava os problemas decorrentes do uso indiscriminado do agrotóxico DDT nos Estados Unidos. Dez anos após, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu a *Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente* em Estocolmo, que se tornou um marco para a mobilização em relação às questões socioambientais. Outras conferências de grande destaque foram realizadas 20 anos após Estocolmo (Rio92), 30 anos depois (Rio+10, Johannesburgo), e 40 depois (Rio+20), entre outras, demonstram a atualidade do debate sobre a crise ambiental, tanto no âmbito internacional, quanto no nacional.

A crise ambiental tem como consequências diversos problemas socioambientais, como: poluição, esgotamento de recursos naturais, perda de biodiversidade, mudanças climáticas, entre outros. Esta requer um conjunto de ações para minimizar o impacto do homem no planeta, evitando ações que impactam a própria humanidade. Contudo, autores como Porto-Gonçalves (2013), entendem que a superação dos problemas socioambientais acarretados pela crise ambiental exigirá mudanças profundas na atual concepção de mundo, de natureza, de poder e de bem-estar, tendo por base novos valores individuais e sociais. Portanto, afirma-se que o momento atual é caracterizado por uma crise civilizatória.

Neste sentido, diversas propostas têm sido discutidas desde os anos 1960 e, mais recentemente, nos anos 1980, foi proposto o conceito de Desenvolvimento Sustentável, que envolve ideias de pacto intra e intergeracional e perspectiva de longo prazo (BARBIERI; CAJAZEIRA, 2012). A definição amplamente usada é a dada pelo Relatório *Nosso Futuro Comum*, de 1987, segundo o qual “por desenvolvimento sustentável entende-se o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades” (CMMD, 1991, p. 9).

Conceitos como o de *sustentabilidade* e *desenvolvimento sustentável*, apesar de integrarem fortemente o nosso cotidiano, não há um consenso sobre eles. Segundo Scotto, Carvalho e Guimarães (2009, p. 8), estes conceitos “são, mais do que conceitos homogêneos e bem delimitados, campos de disputa sobre diferentes concepções de sociedade”. A percepção de que não há uma homogeneidade nos dois conceitos reforça a necessidade de uma percepção mais crítica da realidade (LAMIM-GUEDES, 2015).

Desta forma, estes conceitos não são homogêneos, variando da relação com três dimensões ou pilares<sup>1</sup>, adotada em contextos empresariais, para visões mais complexas, com diversas dimensões, como a inserção do aspecto cultural como variável a considerar, assim como questões espaciais e de política nacional e internacional (por exemplo, conforme SACHS, 2002).

Neste contexto, na organização dos jogos olímpicos,

a preocupação com a sustentabilidade tem sido uma das exigências do Comitê Olímpico Internacional (COI) quando realiza seus eventos. Desde a Conferência Rio/92, a atenção do COI com as questões ambientais é crescente. Em 1996, uma modificação na Carta Olímpica reconheceu o meio ambiente como terceiro pilar do Olimpismo e, em 1999, o Comitê produziu a Agenda 21 do Movimento Olímpico, que definiu políticas associadas ao esporte. Ainda na edição de Pequim-2008, a poluição da capital chinesa colocou em dúvida a realização da maratona, competição mais tradicional das Olimpíadas, o que despertou ainda mais a atenção do COI (TCU, 2016b, p. 4).

A seguir, apresentaremos, de forma geral, a proposta de legado ambiental dos Jogos Rio-2016, o Plano de Sustentabilidade para a organização e contrapor com a efetivação destes e aspectos negligenciados.

---

<sup>1</sup> Estas três dimensões são: econômico, ambiental e social, sendo o modelo mais divulgado o *Triple bottom line* ou tripé da sustentabilidade, voltada para o ambiente empresarial (por exemplo, veja a discussão de BARBIERI; CAJAZEIRA, 2012, capítulo 2). Contudo, esta visão tem sido muito criticada porque diversos autores tentam ampliar esta visão para países ou sociedades. Neste sentido, o professor José Eli da Veiga afirma que “a verdade, contudo, é que em 1992 [se referindo à Rio 92, onde o conceito de Desenvolvimento Sustentável passou a ser amplamente adotado] essa bizarra parábola dos ‘três pilares’ nem sequer havia sido inventada. Ela só começou a ser difundida a partir de 1997, e no contexto das empresas, não das nações” (VEIGA, 2013, p. 108).

## 2. Proposta do legado ambiental dos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio-2016

Os principais documentos que tratam de sustentabilidade nos jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio-2016 são: Dossiê de Candidatura (2009), Plano de Gestão da Sustentabilidade (Sigla PGS, 2013), Relatórios de Sustentabilidade (2013, 2014), produzidos pelo Comitê Organizador.

O Dossiê de Candidatura traz a visão geral de como seria o processo de organização e os Jogos em si, caso a cidade do Rio de Janeiro fosse escolhida como sede. Neste sentido, até mesmo buscando um alinhamento com documentos e eventos oficiais da ONU, a sustentabilidade nos jogos é apresentada da seguinte forma:

Alinhado com os princípios de desenvolvimento sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas no relatório “Nosso Futuro Comum”, e ratificados na Cúpula Mundial do Meio Ambiente Rio 92, os Jogos Rio 2016 funcionarão como catalisador da legislação e dos programas de meio ambiente dos três níveis de Governo, através do Plano de Gestão de Sustentabilidade Rio 2016 (PGS). Os três pilares do PGS – planeta, pessoas e prosperidade – vão integrar os elementos econômicos, ambientais e sociais para que se concretize a visão Rio 2016 de “Jogos Verdes para um Planeta Azul”:

- Planeta significa o compromisso ambiental geral dos Jogos através da promoção de ações locais, mas com uma visão global para a sustentabilidade
- Pessoas se refere à necessidade de importantes ganhos sociais para toda a população do Rio
- Prosperidade é o símbolo de Jogos bem administrados e geridos de maneira transparente, contribuindo para o crescimento econômico da cidade (COMITÊ ORGANIZADOR, 2009, p. 94).

A título de esclarecimento, não há relação direta entre o relatório *Nosso Futuro Comum* (1987) com a proposição do modelo *triple bottom line* (de 1997), como comentado na seção anterior e por Veiga (2013). Ciente disto, a similaridade entre os três pilares do PGS (Planeta, Pessoas e Prosperidade) com o modelo *triple bottom line* não é mera casualidade, trata-se da adoção deste último como base para o planejamento das ações referentes à organização dos Jogos Olímpicos de forma semelhante a uma empresa. Esta ligação fica clara, por exemplo, no comentário realizado por Giacomo (2016, sem página), no site do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), instituição que colaborou com questões relacionadas às compras sustentáveis realizadas pelo Comitê Organizador:

O conceito das Olimpíadas está mais ligado às práticas sustentáveis do que pensamos. Além das competições em si, o Movimento Olímpico está permanentemente trabalhando com diversos países, pregando valores como a busca da prosperidade para todos, a importância do investimento em práticas sociais e em inovação, o trabalho em equipe e a harmonia entre as nações.

São conceitos cruciais para que seja possível desenvolver um modelo global e viável de crescimento econômico aliado ao ambiental e social, ao qual chamamos de Sustentabilidade.

A estreita relação entre crescimento econômico com a sustentabilidade, citada por Giacomo acima, apesar de ter se tornado o discurso oficial da ONU<sup>2</sup> nos últimos anos, não pode ser colocado como um consenso, muito menos como a única forma possível de termos um futuro diferente. Por questão de espaço e foco, não nos estenderemos nesta discussão neste texto.

Estes três pilares são explicados pelo Comitê Organizador no PGS e no site *rio2016*, sendo que neste último, já são apresentados diversos resultados implementados e a visão de legado (COMITÊ ORGANIZADOR, 2016). A definição e as áreas de concentração das ações distribuídos entre os três pilares são citados a seguir.

<sup>2</sup> No site oficial da Rio+20, o desenvolvimento sustentável foi definido como “modelo que prevê a integração entre economia, sociedade e meio ambiente. Em outras palavras, é a noção de que o crescimento econômico deve levar em consideração a inclusão social e a proteção ambiental” (COMITÊ NACIONAL DE ORGANIZAÇÃO RIO+20, 2011).

Planeta, resumido como Pegada ambiental reduzida. É descrito no site *rio2016 sustentabilidade* como “entregar Jogos de baixo impacto, reduzindo, ao máximo, a pressão sobre recursos materiais e energéticos, sem comprometer a qualidade do evento” (COMITÊ ORGANIZADOR, 2016). Sendo as ações centrais: Transporte e Logística; Desenho e Construção Sustentável; Conservação e Recuperação Ambiental; Gestão de Resíduos;

Pessoas: “Promover Jogos para todos, oferecendo a melhor experiência olímpica e paralímpica em todos os momentos” (COMITÊ ORGANIZADOR, 2016). Sendo as ações centrais: Engajamento e Conscientização; Acessibilidade Universal; Diversidade e Inclusão;

Prosperidade: “Promover Jogos prósperos, impulsionando a formação de uma cadeia de fornecedores qualificada e um modelo de gestão que privilegia a transparência” (COMITÊ ORGANIZADOR, 2016). Cadeia de Suprimentos Sustentável; Gestão e Reporte.

Nas duas seções a seguir, tratamos da cobertura da mídia e do legado ambiental referentes aos Jogos Rio 2016.

### 3. Mídia e os Jogos

A realização dos Jogos Olímpicos envolve interesses de várias ordens, sendo a propaganda do país no exterior uma das razões mais fortes. Neste sentido, as cerimônias de Abertura e Encerramento, sobretudo a primeira, são momentos de grande relevância e grande audiência. No dia 5 de agosto, a audiência estimada foi de 3 bilhões de pessoas (TOLEDO, 2016).

A abertura dos Jogos Rio2016 foi considerada por alguns canais de comunicação como o maior evento de divulgação científico já realizado, devido à audiência e à abordagem sobre as mudanças climáticas e possíveis soluções para este problema socioambiental. Foi projetado um vídeo com cerca de 2 minutos com informações sobre o aumento da concentração de Gases Causadores de Efeito Estufa (GEEs), suas causas e uma possível solução: o plantio de árvores. A sequência de imagens começa com o aumento da temperatura no último século; a redução da calota polar, o aumento do nível do mar em Amsterdam, Dubai, Flórida, Shanghai, Lagos e Rio de Janeiro caso a temperatura média suba 4 graus; a seguir, houve uma intervenção realizada no estádio por um jovem negro que apresentava ao público uma muda de árvore; logo depois, foi realizada uma nova projeção com algumas informações sobre o plantio de árvores em diferentes partes do mundo. A parte seguinte, a entrada dos atletas no estádio, foi também muito simbólica, pois cada um plantou uma semente, cujas mudas serão plantadas no parque que será um dos legados ambientais destes Jogos.

Abordar este tema em um evento deste nível é uma ação educativa importante, pelo menos, para estimular que os telespectadores reflitam sobre estas questões e busquem se informar mais. Além disto, este evento tem repercussão na cobertura jornalística e nas mídias sociais, de forma que o número de pessoas alcançadas é ampliado.

Na cerimônia de encerramento, foi dado destaques às pinturas rupestres localizadas no Parque Nacional da Serra da Capivara, localizadas em São Raimundo Nonato, Piauí. Este sítio arqueológico é de extrema relevância turística e para a ciência, já que resquícios localizados nesta região são usados para contestar a teoria de colonização da América através de migrações de povo asiáticos através do Estreito de Bering (veja ESTEVES, 2014, para mais detalhes). Contudo, este foi mais um episódio das contradições entre o discurso e a prática, neste caso, não relacionado à organização do evento. Na semana do encerramento, o Parque Nacional da Serra da Capivara foi fechado ao público devido à falta de recursos para manutenção deste.

O portal Observatório 2016<sup>3</sup> realizou o acompanhamento dos temas que tiveram maior repercussão a partir de dados de redes sociais antes e durante os Jogos Olímpicos Rio 2016. A parte do monitor de temas é bastante revelador em relação às contradições envolvendo os Jogos. Um dos temas foi a morte da onça Juma, uma onça-pintada mantida em cativeiro pelo exército brasileiro e que foi sacrificada em 20 de junho em Manaus, durante a passagem da Tocha Olímpica. Outros temas, entre os quais destacaremos os socioambientais, foram os problemas de poluição da Baía da Guanabara, mobilidade, legado ambiental e Zika Vírus.

Um assunto que teve grande repercussão foram as violações aos direitos humanos durante a organização e realização dos Jogos. Entre estas violações, denunciadas pela Anistia Internacional (2016), estão as remoções forçadas de comunidades para a construção de novas instalações desportivas e outras infraestruturas; restrições

---

<sup>3</sup> <http://oo.impa.br/>

indevidas à liberdade de expressão e manifestação pacífica; e detenções arbitrárias e abusivas contra a população mais carente.

### **3.1. O que fazemos com o rico folclore se não podemos ser felizes?**

Muito além do espetáculo, a integração entre povos, culturas e a valorização de sua sabedoria pode ajudar a entender o que “deu errado”. Isto se realmente houver esse encontro entre nós todos, sem disputas por medalhas ou riquezas. É aí que fica o gosto do ‘quase’; do sonho bom, do qual fomos obrigados a acordar para uma realidade, que tem jeito mas não muda sozinha.

Muito investimento é realizado para vender a embalagem de valores universais, mas a caixa está vazia; o que você comprou foi um símbolo que não tem como usar, pois não foi criado por você, e nem pelos vizinhos do bairro ou do resto da cidade onde mora. É essencial partir de algum lugar e começar a fazer algo para iniciar uma transformação. Sonhar faz bem, mas é preciso saber para onde estamos indo e o que precisa ser mudado. É aí que a ciência ajuda. Ela depende da inquietação, do incômodo e da curiosidade, mas é preciso mais.

Em relação ao Brasil, por exemplo, toda essa integração e acolhimento são verdadeiros? E como estamos no “placar da sustentabilidade”?

Não faltam informações e registros consistentes sobre os conflitos socioambientais brasileiros; o que é um bom ponto de partida para se saber mais da sustentabilidade. Mas o que ela tem a ver com conflitos e culturas, e onde entra a biodiversidade? O clima muda se tudo isso mudar?

Estamos tratando de relações e não de “coisas”, e isso vale para quase tudo, mas nem sempre é compreendido por pesquisadores “ambientais”. Às vezes, parece mais confortável não ter de pensar em tudo e escolher algo menor, menos “complicado”. O ambiente não é algo que se reduza a um punhado de coisas, como hoje é frequente ver: água, esgotos, o verde e, não podemos nos esquecer, da reciclagem.

Os problemas ambientais não acontecem sozinhos, eles dependem das questões sociais para existir, e para se entender como, quanto e para quem o ambiente e seus recursos são explorados, usados e descartados, e no colo de quem isso tudo acaba. Isso inclui as catástrofes “naturais”, que alcançam alguns e não todos.

Tomemos o exemplo dos índios, que nos antecederam em dezenas de milhares de anos nas “nossas terras”. Como puderam se transformar em invasores? E do pior tipo, daquele que o “jeito” encontrado é persegui-los e mata-los, mesmo quando crianças, como vem acontecendo com mais intensidade no Mato Grosso do Sul e no Pará. A preservação de sua cultura em filmes e museus parece ser mais segura, apesar de não permitir que compartilhem o longo aprendizado que tiveram em viver no Brasil, sem acabar com ele. A rapidez com que seus inimigos estão fazendo isso deixa clara a disputa pelo que sobrou.

### **4. Quando o legado ambiental não é bem como o previsto**

O Tribunal de Contas da União (TCU) avaliou as obras do chamado legado ambiental propostas pelo Comitê organizador Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio-2016. Segundo a nota publicada em junho de 2016 (TCU, 2016a), que resume um acórdão realizado neste mês (TCU, 2016b), o TCU conclui que diversas obras do legado ambiental não estariam concluídas até o término dos Jogos. Apesar dos pontos positivos apresentados, como as compras sustentáveis, o esforço para a ecoeficiência (uso mais eficiente de água e energia elétrica) e a redução e compensação das emissões de GEEs, obras, principalmente de saneamento, não foram concluídas o que foi colocado como um grande risco.

Em um relatório anterior do TCU, de dezembro de 2015, foi relatado que

o TCU constatou que a organização das Olimpíadas do Rio de Janeiro, a cargo do Comitê Rio 2016, está pautada pelas normas e padrões nacionais e internacionais de sustentabilidade (ISSO 20.121); constituindo-se em boa prática verificada. No entanto, com relação ao legado ambiental, grande parte das ações previstas no Plano de Políticas Públicas (PPP) não serão concretizadas até a realização das Olimpíadas, principalmente no que se refere à despoluição das águas da Baía de Guanabara e das lagoas de Jacarepaguá, ficando evidente a ausência de coordenação do Legado Ambiental e a insuficiência da articulação entre os atores responsáveis pelas obras constantes do Plano (TCU, 2015, sem página).



Uma destas obras atrasadas era a captação e tratamento de esgoto antes de ser lançado na Baía de Guanabara. Apesar da obra ter previsão para conclusão apenas em dezembro de 2016, técnicos da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA/RJ) comentaram que “as raias olímpicas ficam no canal central da baía, onde há maior renovação das águas em função da proximidade com o oceano, o que favorece a condição de balneabilidade dessa área” (TCU, 2016b, p. 11) e que obras emergenciais foram realizadas na Marina da Glória de forma a aumentar a balneabilidade nas raias mais próximas da costa. Com isto fica evidente que a opção ideal de não lançamento de esgoto na Baía de Guanabara foi substituída pela localização das raias em local de maior balneabilidade. Esta questão teve grande atenção da mídia nacional e internacional, pois demonstrou a incapacidade dos governos estadual e municipal para implementar esta obra que traria resultados positivos para a cidade do Rio de Janeiro. Novamente, temos um caso de dicotomia entre o discurso de sustentabilidade nos Jogos e as ações práticas. Tal situação apenas reforça as disputas próprias da gestão da sustentabilidade em grandes centros urbanos, sobretudo em países em desenvolvimento ou pobres.

## **5. Considerações finais**

A crise climática, assim como a da água (e outras que ainda não foram percebidas), tem fundas raízes no sistema político, econômico e social e os espetáculos poderiam ir além de mostrar manifestações folclóricas (belíssimas), aproveitando a atenção de bilhões de pessoas para virar o jogo.

Trata-se, aqui, de um convite à pesquisa, em se abordar campos onde se manifestam as causas e consequências da insustentabilidade socioambiental, superando a atração quase irresistível de se avançar no saber específico, na aferição da eficácia tecnológica de abordagens “ambientais” inofensivas, que não mudam nada.

Trata-se de descobrir o Brasil real, saber do que ele (nós) precisa(mos) e como é possível concretizar o que aparece no sonho-espetáculo.

Querer saber mais cria incômodo, tira a gente do conforto e pode desagradar quem se acha flagrado pela pesquisa. Fazer o que? Ciência para deixar tudo como está já tem bastante; falta aquela que mude o placar crítico da sustentabilidade local e planetária.

Ajudar nisso é ganhar medalha e a gente espera que no pódio-planeta caiba todo o mundo.

## Referências

- ANISTIA INTERNACIONAL. *A violência não faz parte desse jogo!* Risco de violações de direitos humanos nas olimpíadas rio 2016. 2016. Disponível em <<https://anistia.org.br/wp-content/uploads/2016/06/Briefing-PORT.pdf>>. Acesso em 31.ago.2016.
- BARBIERI, J. C.; CAJAZEIRA, J. E. R. *Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática*. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- CARSON, R. *Silent Spring* [Primavera Silenciosa]. 1962.
- CMMD (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO). *Nosso Futuro Comum*. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.
- COMITÊ NACIONAL DE ORGANIZAÇÃO RIO+20. Desenvolvimento sustentável. *Rio+20*. 2011. Disponível em <[http://www.rio20.gov.br/sobre\\_a\\_rio\\_mais\\_20/desenvolvimento-sustentavel.html](http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20/desenvolvimento-sustentavel.html)>. Acesso em 30.ago.2016.
- COMITÊ ORGANIZADOR. *Abraçando mudanças*: Relatório de Sustentabilidade Rio 2016 Setembro. 2014. Disponível em <[https://www.rio2016.com/sites/default/files/parceiros/relatoriodesustentabilidade\\_rio2016\\_set2014.pdf](https://www.rio2016.com/sites/default/files/parceiros/relatoriodesustentabilidade_rio2016_set2014.pdf)>. Acesso em 31.ago.2016.
- COMITÊ ORGANIZADOR. *Dossiê de Candidatura*. 2009. Disponível em <[https://www.rio2016.com/sites/default/files/parceiros/dossie\\_de\\_candidatura\\_v1.pdf](https://www.rio2016.com/sites/default/files/parceiros/dossie_de_candidatura_v1.pdf)>. Acesso em 31.ago.2016.
- COMITÊ ORGANIZADOR. *Nossas Ações*. 2016. Disponível em <<https://www.rio2016.com/sustentabilidade/nossas-acoaes/>>. Acesso em 30.ago.2016.
- COMITÊ ORGANIZADOR. *Relatório inicial do Estudo dos impactos e do legado dos Jogos Rio 2016*. 2016. Disponível em <[https://www.rio2016.com/sites/default/files/parceiros/ogi\\_rio\\_2016\\_r1\\_br2\\_0.pdf](https://www.rio2016.com/sites/default/files/parceiros/ogi_rio_2016_r1_br2_0.pdf)>. Acesso em 31.ago.2016.
- COMITÊ ORGANIZADOR. *Plano de Gestão da Sustentabilidade dos Jogos Rio 2016*. 2013. Disponível em <[https://www.rio2016.com/sites/default/files/parceiros/plano\\_gestao\\_sustentabilidade\\_ago2013.pdf](https://www.rio2016.com/sites/default/files/parceiros/plano_gestao_sustentabilidade_ago2013.pdf)>. Acesso em 31.ago.2016.
- ESTEVES, B. Os seixos da discórdia. *Piauí*, v. 88, p. 32-37, 01 jan. 2014.
- GIACOMO, S. Olimpíadas 2016 e Sustentabilidade. *CEBDS*. 15/06/2016. Disponível em <<http://cebds.org/olimpiadas-2016-e-sustentabilidade/#.V8WjSlrKM8>>. Acesso em 30.ago.2016.
- LAMIM-GUEDES, V. Desenvolvimento sustentável ou Sustentabilidade? *Educação Ambiental em Ação*, v. 52, 2015. Disponível em <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2047>>. Acesso em 30.ago.2016.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. *A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização*. 5. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013.
- SACHS, I. *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.
- SCOTTO, G.; CARVALHO, I. C. M.; GUIMARÃES, L. B. *Desenvolvimento Sustentável*. 4 ed. Petrópolis: Vozes, 2009.
- TCU (Tribunal de Contas da União). Acompanhamento Sustentabilidade. 14/09/2015. Disponível em <[https://contas.tcu.gov.br/pls/apex/f?p=9577:32:4922134024545::NO::P32\\_ID\\_NOTICIA,P32\\_ID\\_CATEGORIA:119903,542](https://contas.tcu.gov.br/pls/apex/f?p=9577:32:4922134024545::NO::P32_ID_NOTICIA,P32_ID_CATEGORIA:119903,542)>. Acesso em 30.ago.2016.
- TCU (Tribunal de Contas da União). Acórdão 1593/2016. 22/06/2016. Disponível em <<http://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A1555B6CBB015592626D967B19>>. Acesso em 30.ago.2016.
- TCU (Tribunal de Contas da União). Obras de legado ambiental não estarão concluídas até o término dos Jogos Rio-2016. 27/06/16. Disponível em <<http://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/obras-de-legado-ambiental-nao-estarao-concluidas-ate-o-termino-dos-jogos-rio-2016.htm>>. Acesso em 30.ago.2016.
- TOLEDO, K. Abertura da Rio 2016 mostrou que Brasil participa de questões científicas globais. *Agência FAPESP*. 8/08/2016. Disponível em <[http://agencia.fapesp.br/abertura\\_da\\_rio\\_2016\\_mostrou\\_que\\_brasil\\_participa\\_de\\_questoes\\_cientificas\\_globais/23725/](http://agencia.fapesp.br/abertura_da_rio_2016_mostrou_que_brasil_participa_de_questoes_cientificas_globais/23725/)>. Acesso em 30.ago.2016.
- VEIGA, J. E. *A Desgovernança Mundial da Sustentabilidade*. São Paulo: Editora 34, 2013.

# Utilização das sementes de *moringa oleífera* como uma fonte sustentável de alternativa para o tratamento de efluentes de filtros biológicos

Paper template for Revista Iniciação: Use of Moringa Oleifera Seed as a sustainable source alternative to treating trickling filters wastewater

**Emanuel Sadal Santos Oliveira, Vagner Sales dos Santos, Sheltonlaine Rodrigues de Souza, John Handerson do Nascimento Brito,**

Faculdade de Tecnologia Centec – FATEC - CARIRI

Eixo Meio Ambiente e Saúde – Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental

{emanuelsadalsantosoliveira@gmail.com; vagner\_saneamento@yahoo.com.br; sheltonlainer@gmail.com; johnhandersondonascimentoobrito@gmail.com}

**Resumo.** O presente trabalho tem como objetivo, verificar o uso das sementes de *Moringa oleífera* como fonte sustentável de alternativa para o tratamento de efluentes brutos provenientes de filtros biológicos a baixo custo e sem produção de resíduos químicos que possam tornar esse efluente tóxico. O estudo foi desenvolvido na estação de tratamento de esgoto da Faculdade de Tecnologia Centec - FATEC Cariri. A etapa de preparação consistiu na coleta das amostras de efluente bruto (fossa séptica biodigestora), estudo para determinar a relação da quantidade de moringa com a sua massa e a trituração das sementes da *Moringa oleífera*. Para avaliar a estabilidade do sistema foram realizados os seguintes parâmetros pH, temperatura, turbidez e condutividade elétrica. As oito amostras analisadas são provenientes da mesma caixa de entrada e saída do filtro biológico. De acordo com os resultados obtidos acerca das atuações dos coagulantes químico e natural estudados, constatou-se que em relação ao parâmetro pH, o coagulante sulfato de alumínio proporcionou uma maior variação nas amostras tratadas, quando comparado a semente da *Moringa oleífera*. Com relação à turbidez, houve uma grande variação relativa aos resultados obtidos para os dois coagulantes estudados, onde o agente químico se mostrou mais eficiente que o natural. Conforme o parâmetro temperatura observou-se que a diferença da ação dos agentes coagulantes apresentou resultados com diferença mínima. Contudo com relação aos resultados obtidos dos parâmetros pH, condutividade elétrica e temperatura apresentou resultados satisfatórios, já o parâmetro turbidez não apresentou resultados satisfatórios.

**Palavras-chave:** Tratamento de esgoto, coagulante natural, filtros biológicos, caracterização físico-química.

**Abstract.** This study aims to check the use of *Moringa oleifera* seeds as an alternative source for the treatment of raw effluents from biological filters at low cost and without production of chemical residues that can make this toxic effluent. The study was conducted at the sewage treatment plant of the Faculty of Technology Centec- FATEC Cariri. The preparation phase consisted of the collection of raw wastewater samples (Septic biodigestora) study to determine the ratio of the amount of *Moringa* with its mass and grinding the seeds of the *Moringa oleifera*. To assess system stability were performed the following parameters: pH, temperature, turbidity and electrical conductivity. The eight samples are from the same inbox and exit of the biofilter. According to the results obtained on the performances of chemical and natural coagulants studied, it was found that compared to the pH parameter, aluminum sulphate coagulating provided a greater variation in treated samples when compared *Moringa oleifera* seed. With regard to turbidity, there was a great variation on the results obtained for the two studied coagulants, where the chemical agent was more efficient than natural. As the

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística  
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 6 no 1 – novembro de 2016, São Paulo: Centro Universitário Senac  
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: [revistaic@sp.senac.br](mailto:revistaic@sp.senac.br)

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

temperature parameter was observed that the difference of the action of coagulating agents results showed minimum difference. However with respect to the results of the parameters pH, electrical conductivity and temperature showed satisfactory results, since the turbidity parameter did not show satisfactory results.

**Key words:** Sewage treatment, natural coagulant, biological filters, physicochemical characterization.

## 1. Introdução

Com o crescente aumento da população, cresce o volume de resíduo gerado. O esgoto doméstico tornou-se um dos grandes problemas da atualidade, com coleta ineficiente, não atingindo nem a metade da população. Como se isso não bastasse, grande parte do esgoto coletado não é tratado e é despejado em galerias pluviais. Na Região Metropolitana de Curitiba o esgotamento sanitário apresenta-se insatisfatório, apenas 46% da população urbana possui rede de esgoto e 35% tem seu esgoto tratado, e ainda assim, com uma eficiência média baixa, devido ao processo de tratamento adotado (COSTA, 2009).

O não tratamento do esgoto doméstico e o seu lançamento em curso d'água proporcionam diversos problemas ambientais tais como poluição de água superficial e subterrânea além dos riscos de disseminação de doenças. Assim muitas comunidades do meio rural por consumirem água de baixa qualidade ficam permanentemente sob risco de infecção e doenças de grande gravidade (VON SPERLING, 2005).

Os filtros quando mal instalados e gerenciados, podem oferecer riscos de contaminação do solo e principalmente do lençol freático, como visto na maior parte dos perímetros urbanos e em especial na região rural, principalmente em assentamentos, onde esse problema se agrava mais, devido a carência de uma assistência técnica adequada (CORAUCCI FILHO et al., 2003).

Logo é necessário que se remova a maior quantidade possível desses materiais nesses efluentes brutos antes de usá-los para consumo. Normalmente isso é obtido pela adição de coagulantes químicos, dentro de uma sequência de tratamento controlado. Esse tipo de tratamento é feito nos municípios com o auxílio de empresas que usam sistemas de captação e tratamento de água utilizando como principal agente químico, o sulfato de alumínio para a promoção da coagulação das partículas ali dispersas (CORAUCCI FILHO et al., 2003).

Pesquisas sobre o uso de novas fontes, especialmente de origem vegetal para essa finalidade, têm se aprofundado com a geração de novos conhecimentos com a finalidade de trazer melhoria na qualidade da água a ser servida tanto para consumo quanto para uso na agricultura e outras atividades. Logo a busca por soluções simples, de baixo custo e mais compatíveis ambientalmente no tratamento de águas residuárias se faz necessária e uma alternativa para o pós-tratamento de efluentes é o uso da semente da *Moringa oleífera* como coagulante natural (CARDOSO et al, 2008).

Em alguns assentamentos da região de Juazeiro do Norte - CE, têm se utilizado o sistema de filtros anaeróbios como uma fórmula simples, barata e eficaz de tratar o esgoto da área rural, pois além de contribuir para a melhoria da saúde da população local, promove o saneamento básico na zona rural, preserva o meio ambiente e ainda gera adubo orgânico de qualidade em substituição ao químico (MATOS et al, 2007).

Para essas comunidades rurais, os filtros anaeróbios tratam somente os resíduos de vasos sanitários. O tratamento transforma o resíduo bruto em biofertilizante para uso no solo, pois são ricos em material orgânico e nutrientes. Desta forma, os filtros

biológicos são unidades de saneamento que permitem a biodigestão do esgoto sanitário com geração de adubo orgânico utilizável em roças, capineiras e outras culturas (MATOS et al, 2014).

O presente trabalho tem como foco principal, verificar o uso das sementes de *Moringa oleífera* como uma fonte alternativa para o tratamento de efluentes domésticos.

## **2. Material e métodos**

### **Caracterização da área em estudo**

O estudo foi desenvolvido na estação de tratamento de esgoto da Faculdade de Tecnologia Centec- FATEC Cariri, localizada à Rua Amália Xavier de Oliveira, sem nº, Triângulo, município de Juazeiro do Norte – Ceará. O município situa-se no sul do Estado, sob as coordenadas geográficas 7º 12' 47" de latitude Sul e 39º 18' 55" de longitude Oeste.

### **Alimentação do sistema de tratamento**

O reator anaeróbio é alimentado com águas residuárias predominantemente doméstica proveniente da cozinha e refeitório, banheiros e laboratórios da FATEC Cariri, a qual mantém suas atividades nos três turnos. Vale ressaltar que o sistema recebe grande contribuição de despejos dos laboratórios de biologia, microbiologia (LMAE), físico-químico (LAAE) e de alimentos. Sendo que, o físico-químico não dispõe de pré-tratamento para os seus despejos, podendo comprometer o sistema pela elevada quantidade de produtos químicos lançados. Os despejos da cozinha e refeitório são canalizados até uma caixa de passagem, misturando-se aos despejos dos demais compartimentos e juntamente encaminhados para o sistema de tratamento.

Na ETE, o afluente não é submetido ao tratamento preliminar (grade, desarenador e medidor de vazão) e por isso, percebe-se uma grande quantidade de material não biodegradável que adentra o sistema por meio de um único tubo de entrada. Sendo que a vazão afluente é dividida para os dois sistemas.

### **Descrição da Estação de Tratamento de Esgotos**

O sistema de tratamento é composto por quatro decanto digestores ou tanques sépticos, quatro filtros anaeróbios e uma unidade de desinfecção (tanque de contato). É importante ressaltar que tanto os decantadores como os filtros trabalham em serie e ao mesmo tempo em paralelo segue para os filtros. Após esse tratamento o efluente é conduzido para o taque de contato o qual tem por finalidade remover patogênicos e nutrientes, sendo lançado posteriormente na rede pluvial.

A metodologia aplicada para a presente pesquisa foi dividida em duas etapas:

- A etapa de preparação da análise
- A etapa das análises físico-químicas

#### **A etapa de preparação da análise**

Esta etapa consistiu nos procedimentos adotados antes de se realizar as análises, os quais foram realizados: a coleta das amostras de efluente bruto (fossa séptica biodigestora), o estudo para determinar a relação da quantidade de moringa com a sua massa e a trituração das sementes da *Moringa oleífera*.

#### **A coleta do efluente bruto de fossa séptica biodigestora**

Para as amostras de efluente do Filtro Anaeróbio foram coletadas na Faculdade de Tecnologia Centec. A coleta foi feita na entrada e saída do sistema.

As amostras de efluentes foram conduzidas até os laboratórios Físico-Químicos de águas e efluente pertencente à Faculdade de Tecnologia Centec Cariri, onde uma parte

das garrafas com as amostras coletadas foram acondicionadas em congeladores, ficando como reservas; e as outras partes foram utilizadas para as análises e testes experimentais. Sendo que todos os procedimentos das análises estão descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005.21ª ed.

Com a finalidade de tornar mais prático o método, principalmente para aqueles que não possuem balanças específicas para pesagem das sementes, realizou-se uma relação entre a quantidade de sementes e a média das massas.

Para tanto, primeiramente foi pesado 10 sementes de moringa escolhidas de forma aleatória, pesando-se uma de cada vez em balanças analíticas previamente calibradas, determinando a média dos seus respectivos pesos.

### **O processo de trituração da semente de *Moringa oleífera***

Antes de iniciar os testes experimentais, primeiramente foi realizada a trituração das sementes de *Moringa oleífera*, previamente descascadas de forma manual. O processo de trituração constituiu em levar o material a um gral de porcelana limpo onde se fez a maceração com o auxílio de um pistilo até a amostra apresentar um aspecto de pó fino.

Posteriormente essas moringas trituradas foram armazenadas num recipiente de plástico com tampa, para ser usada mais tarde nas amostras a serem analisadas.

### **A etapa das análises físico-químicas**

Esta etapa consistiu nas análises das amostras usando diferentes tipos de concentração de sementes trituradas de *Moringa* e comparando a concentração ideal desta com a solução tratada com sulfato de alumínio.

### **Testes experimentais para a determinação da concentração ideal de semente de moringa por litro de efluente bruto**

Para determinar de forma preliminar a quantidade exata que se deve aplicar de sementes trituradas de *Moringa oleífera* por litro de efluente bruto, foi realizado testes comparativos entre diferentes tipos de concentrações, através de parâmetros como: pH, temperatura, condutividade e turbidez) aos quais serão determinados e comparados.

Para a concentração de *Moringa* utilizamos dispersões de concentrações em torno de 0,5 – 5,0g/L de efluente.

Em seguida, cada solução foi homogeneizada com auxílio de um bastão por alguns minutos até a sua total homogeneização e então foram deixadas em repouso por aproximadamente 24hs para logo após serem realizadas as leituras dos parâmetros: pH, temperatura, condutividade e turbidez.

Esses parâmetros foram analisados e comparados entre as diferentes concentrações para então ser definida qual a concentração ideal para ser estudada e analisada, comparando posteriormente com as mesmas concentrações para o tratamento com sulfato de alumínio.

### **A análise das amostras**

Foram realizadas as seguintes análises e testes no Laboratório de Análises Físico-químico, das amostras coletadas:

- pH das amostras, através do pH metro previamente calibrado com tampão pH= 4, 7 e 10.
- Temperatura (°C) das amostras, através de termômetro digital em perfeito uso.
- Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), através de um condutímetro previamente calibrado.

- Turbidez (NTU), através de um turbidímetro previamente estabilizado e calibrado.

As oitos amostras analisadas foram provenientes da mesma caixa de entrada e saída do filtro biológico. As concentrações de semente de *Moringa* e sulfato de alumínio por litro de efluente foram previamente estabelecidas através da análise dos testes experimentais entre as diferentes concentrações de *Moringa*, as quais foram comentadas no item anterior.

Logo abaixo, descreve a relação do número com as amostras:

### Descrição das amostras

P1E (Testemunha sem Tratamento) - Efluente bruto coletado na entrada da ETE para ser deixado em repouso por aproximadamente 24 horas;

P2E - Efluente bruto coletado na entrada da ETE a ser tratado com semente de *Moringa oleífera* triturada na concentração de 12,0g/L e ser deixado em repouso por aproximadamente 24 horas;

P3E - Efluente bruto coletado na entrada da ETE a ser tratado com sulfato de alumínio na concentração de 12,0g/L e ser deixado em repouso por aproximadamente 24 horas;

P1S (Testemunha Tratada) - Efluente tratado coletado na saída da ETE para ser deixada em repouso por aproximadamente 24 horas;

P2S - Efluente tratado coletado na saída da ETE para ser pós-tratado com semente de *Moringa oleífera* triturada na concentração de 12,0g/L e ser deixada em repouso por aproximadamente 24 horas;

P3S - Efluente tratado coletado na saída da ETE para ser pós-tratado com sulfato de alumínio na concentração de 12,0g/L e ser deixado em repouso por aproximadamente 24 horas.

### A adição das sementes trituradas de *Moringa oleífera* e do Sulfato de Alumínio na Amostra de efluente bruto.

Para os Beckers com os números 2 e 3, foram colocados respectivamente, a semente de *Moringa oleífera* triturada e o sulfato de alumínio, e em seguida foram homogeneizados por cerca de 3 minutos no agitador magnético para manter um gradiente de velocidade ótima para o processo da coagulação. Logo em seguida, essas soluções ficarão em repouso por aproximadamente 24 horas para, então, pode ser feita as análises.

## 3. Resultados e discussão

### Potencial hidrogeniônico

Na Tabela 1, estão apresentados os valores de pH nas suspensões proporcionadas pelos tratamentos específicos aplicados a cada uma das amostras coletadas.

**Tabela 1. Valores de pH nas amostras após terem sido submetidas aos tratamentos pré-estabelecidos.**

PH	P1 E	P2 E	P3 E	P1 S	P2 S	P3 S
EXP 1	5,28	4,85	3,08	7,95	5,99	3,35
EXP 2	6,22	4,72	3,11	7,53	5,7	3,25

Diante dos dados apresentados na Tabela 1, verifico-se que acerca das atuações dos coagulantes químico e natural estudados, constatou-se que em relação ao parâmetro pH, o coagulante sulfato de alumínio proporcionou a maior variação de pH nas

amostras tratadas, tanto em relação ao efluente bruto quanto ao previamente tratado pela ETE, variando para uma faixa média de 3,23 (tornando-os bastante ácidos); enquanto que para os tratamentos à base sementes *Moringa oleífera*, também para os dois tipos de efluente, houve: variação menos expressiva para o tratamento realizado.

De acordo com Martyn et al. (1989), elevadas concentrações de alumínio no meio podem ocasionar problemas à saúde humana, inclusive acelerando o processo degenerativo do Mal de Alzheimer. Além disso, a utilização de sais de alumínio proporciona consumo da alcalinidade da água em tratamento, acarretando custos adicionais com produtos químicos utilizados na correção do seu pH (Silva et al., 2007).

Matos et al. (2007) obtiveram remoção de turbidez acima de 90%, no tratamento de água em recirculação no descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro, utilizando-se a dose de 0,15 g L<sup>-1</sup> de sementes, estando o pH da suspensão na faixa de 4 a 5.

## Turbidez

**Tabela 2. Valores de turbidez nas amostras após terem sido submetidas aos tratamentos pré-estabelecidos.**

Turbidez NTU	P1 E	P2 E	P3 E	P1 S	P2 S	P3 S
EXP 1	154	149	23,3	153	139	63,7
EXP 2	67,3	39,8	7,86	120	85,7	14,7

Com relação à turbidez, ocorreu uma grande discrepância relativa aos resultados obtidos para os dois coagulantes estudados, onde o agente químico se mostrou bastante superior ao agente natural em questões de rendimento, conforme pode ser observado na Tabela 2. Para o sulfato de alumínio, observou-se a ocorrência de excelente rendimento, reduzindo em média 80,00%(79,79%) da turbidez inicial de todas as amostras tratadas, com exceção da amostra bruta coletada, que em vez de redução apresentou um acréscimo de cerca de 93,97% em relação ao valor inicial.

Silva et al. (2001) estudaram a utilização de coagulantes naturais no tratamento de efluentes da indústria têxtil e observaram que, comparativamente aos coagulantes químicos convencionalmente utilizados, a *Moringa oleifera* foi uma alternativa promissora no tratamento físico-químico dessas águas residuárias, podendo ser empregada como auxiliar no tratamento primário, já que proporciona aumento na eficiência dos decantadores na remoção de sólidos em suspensão.

Já para a moringa, o rendimento se mostrou muito abaixo das expectativas, onde, em tão somente metade dos casos veio a proporcionar diminuição da turbidez inicial das amostras tratadas, sendo que em 66,67% desses, a redução não chegou a 10,00% de eficiência, e, nos demais casos, houve aumento médio 59,95% na turbidez das amostras após seus respectivos tratamentos.

Abdulsalam et al. (2007) ao utilizarem o extrato de sementes de moringa na clarificação de águas brutas de Maiduguri, Nigéria, obtiveram eficiência de remoção da turbidez de 82,4% para a dose ótima de 180 mg L<sup>-1</sup> de sementes. Além disso, os mesmos autores observaram que a moringa pode substituir o sulfato de alumínio em razão da favorável razão custo-eficácia, baixa agressão ao meio ambiente, além de poder ser obtida localmente.



## Condutividade elétrica

Tabela 3. Valores de CE nas amostras após terem sido submetidas aos tratamentos pré-estabelecidos.

Condutividade Elétrica - CE	P1 E	P2 E	P3 E	P1 S	P2 S	P3 S
EXP 1	577	899,4	3,55	1413	1621	3,96
EXP 2	1391	1860	4,48	1468	1917	4,31

De acordo com a Tabela 3, à condutividade elétrica, nota-se que houve discordância quanto às performances dos coagulantes estudados. Onde o agente químico, em sua atuação, apresentou rendimento superior ao agente natural quanto à redução da condutividade elétrica, promovendo ótima margem de redução de CE em 100% das amostras tratadas, obtendo média de 96,78% de rendimento. Enquanto que o agente natural só causou redução em 33,33% de suas amostras, alcançando rendimento médio de 47,11% de arrefecimento, bem abaixo do concorrente; E nas demais 66.67% das amostras tratadas atuou em aversão, gerando acréscimo médio de 33,73% na CE final das amostras.

## Temperatura

Tabela 4. Valores de temperatura nas amostras após terem sido submetidas aos tratamentos pré-estabelecidos

Temperatura ° C	P1 E	P2 E	P3 E	P1 S	P2 S	P3 S
EXP 1	25	25	25	26	25	25
EXP 2	25	25	25	24	24	25

Conforme o parâmetro temperatura na Tabela 4, observou-se que a diferença da performance dos agentes coagulantes (sulfato de alumínio e a moringa oleífera) apresentaram resultados com diferença mínima, podendo-se concluir a eficácia do coagulante natural, sendo comparável ao reagente químico.

## 4. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

Conformes os resultados obtidos durante a pesquisa constatou-se que em relação ao parâmetro pH, o coagulante sulfato de alumínio proporcionou uma maior variação nas amostras tratadas, quando comparado a semente da *Moringa oleífera*. Com relação à turbidez, houve uma grande variação relativa aos resultados obtidos para os dois coagulantes estudados, onde o agente químico se mostrou mais eficiente que o natural. Conforme o parâmetro temperatura observou-se que a diferença da ação dos agentes coagulantes apresentou resultados com diferença mínima. Contudo com relação aos resultados obtidos dos parâmetros pH, condutividade elétrica, temperatura, e turbidez apresentaram resultados satisfatórios.

## 5. Referências

APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 1998. 19ª ed.

ABDULSALAM, S.; GITAL, A. A.; MISAU, I. M.; SULEIMAN, M. S. Water clarification using *Moringa oleifera* seed coagulant: maiduguri raw water as a case study. **Journal of Food, Agriculture & Environment**. v. 5, n. 1, p. 302-306. 2007.

Cardoso et al. **Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da Moringa oleifera Lam**. Acta Sci. Tech. Maringá, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2008.

COSTA, M. P. **Gestão dos Recursos hídricos, qualidade e consumo sustentável, o desafio do século para o saneamento**. Revista BIO, Rio de Janeiro, n. 52, p. 28, 2009. Pg 10

CORAUCCI FILHO, B. et. al. Disposição no solo. Cap. 8. In: GONÇALVES, R. F. (Org) Desinfecção de efluentes sanitários. Vitória-ES, PROSAB, 2003, p. 378-380.

CARDOSO, K .C.; BERGAMASCO, S.; COSSICH, E. S.; MORAES, L. C. K. **Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da Moringa oleifera Lam**. Acta Scientiarum Technology, v.30, p.193-198, 2008.

LILLIEHÖÖK, H. **Use of Sand Filtration of River Water Flocculated with moringaoleifera**.

Máster's Thesis, 27p. **Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Sanitary Engineering Lulea University of Technology**, Lulea, 2005.

MATOS, M. P. et al. **Efeito da Massa e da forma de processamento das sementes no poder coagulante da moringa Engenharia na agricultura**, viçosa - mg, V.22 N.4, JULHO / AGOSTO 2014.

MATOS, A. T.; CABANELLAS, C. F. G.; CECON, P. R.; BRASIL, M. S.; MUDADO, C. S. **Efeito da concentração de coagulantes e do ph da solução na turbidez da água, em recirculação, utilizada no processamento dos frutos do cafeeiro**. Engenharia. Agrícola, v.27, p.544-551, 2007.

PESSOA, C. A. e VILLELA, C. H de C. **Filtros Biológicos Aeróbios** (Manual de Curso). ABES. abril 1992.

SOUSA, de B. E. **Avaliação química e estrutural da semente de moringa**. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.1, p.106-109, 2006. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

SANTOS, T. M.; PEREIRA, D. F.; SANTANA, C. R.; SILVA, G. F. **Estudo do tratamento físico químico da água produzida utilizando Moringa oleifera Lam em comparação ao sulfato de alumínio**. Exacta, v.9, p.317-321, 2011.

SILVA, M. E. R.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. **Pós-tratamento de efluentes provenientes de reatores anaeróbios tratando esgotos sanitários por coagulantes naturais e não naturais**. Revista Tecnologia, v.28, p.178-190, 2007.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005

VERONESI, R. **Doenças Infecciosas e Parasitárias**. 6 ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara. Koogan; 1976.

## Rio Tietê: estratégias para a despoluição na RMSP e discussão sobre a Resolução Conama 357/2005

*Tietê river: history of pollution, initiatives for depolluting and Conama 357/05*

Renata Cardarelli Gabrielli  
Centro Universitário Senac  
Direito e gestão do meio ambiente  
{renata.cardarelli@gmail.com}

**Resumo.** O elemento central deste artigo é a discussão sobre o fim do enquadramento de classe quatro da Resolução Conama 325/2005 e sua eventual contribuição para a despoluição do rio Tietê. Para isso, é feito um recorte histórico visando ao entendimento das causas da poluição do rio e da relação dos moradores da região metropolitana de São Paulo com o Tietê. Discute-se alguns dos modelos para a despoluição considerados estratégicos, como o Projeto Tietê, em curso desde 1992. A abordagem das leis e resoluções é uma ferramenta importante para avaliar se as normas são eficazes e suficientes.

**Palavras-chave:** rio Tietê, poluição de corpos hídricos, despoluição de corpos hídricos, Projeto Tietê, Resolução Conama 357/2005

**Abstract.** *The central element of this article is the discussion about the disappearance of framework "class four" of Conama's Resolution 357/2005 and its contribution to the depollution of Tietê River. In this regard, it is made a historical approach aiming at understanding the causes of the river's pollution and of the relationship between the inhabitants of Sao Paulo metropolitan area and Tietê. Some of the methods considered strategic are discussed, such as the Project Tietê, in progress since 1992. Focusing on the laws and on the resolutions is an important instrument to analyse if the rules are effective and enough. It was also analysed the current*

**Key words:** *Tiete river. pollution of water bodies, depollution of water bodies, Tiete Project, Conama's Resolution 357/2005*

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística  
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 6 no 1 – novembro de 2016, São Paulo: Centro Universitário Senac  
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>  
E-mail: [revistaic@sp.senac.br](mailto:revistaic@sp.senac.br)

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

## **1. Introdução**

O rio Tietê que passa hoje pela cidade de São Paulo, retificado e poluído, é resultado do processo de industrialização do começo do século XX, da ocupação urbana desenfreada e sem planejamento e da ausência de políticas públicas integradas. Ainda que o tema da gestão dos recursos hídricos esteja em pauta, devido à crise vivenciada em 2014 e 2015, a despoluição do Tietê enfrenta entraves como a questão financeira e a falta de envolvimento da sociedade.

A Resolução Conama 357/2005 estabelece enquadramentos, classes e funções para os rios. Na região metropolitana de São Paulo, o rio Tietê está enquadrado na classe quatro, cuja função é restrita à harmonia paisagística e à navegação. Alguns movimentos defendem a extinção do rio de classe quatro da resolução, para contribuir com o processo de despoluição de corpos hídricos. Este artigo visa discutir se a alteração nesse ponto da legislação ambiental seria benéfica para o processo de despoluição do rio Tietê. Por meio de entrevistas com especialistas e da leitura de obras sobre o rio e sobre a legislação ambiental vigente, o artigo visa a responder algumas questões sobre a despoluição do rio. A restrição da resolução Conama 357/2005 seria efetiva no que se refere à limpeza das águas do rio? A alteração na resolução contribuiria para a futura manutenção do rio, após sua despoluição?

## **2. Rio Tietê**

### **Desenvolvimento de São Paulo e poluição do Tietê**

O processo da poluição do rio Tietê se confunde com a formação e o desenvolvimento da cidade de São Paulo e do país. Por correr no sentido do interior, o rio teve importância histórica como rota de monções. Seguindo o curso do rio de Piratininga (atual Tamandateí), os colonizadores chegaram ao Tietê, possibilitando a expansão e a interiorização desejada. Pelas águas, os bandeirantes alcançaram o rio Paraná e conquistaram as regiões centro-oeste e sul do país, chegando às fronteiras e contribuindo para a criação do desenho territorial do Brasil (PAGANINI, 2008, p. 33).

Além de essenciais para o transporte de mercadorias e de tropas, as águas eram necessárias para o estabelecimento e fixação do homem na terra. Rio piscoso, o Tietê fornecia alimento para as pessoas, dava água, proporcionava atividades de lazer e trabalho a mulheres lavadeiras e a homens que exploravam os recursos minerais, como areia e argila. No século XVII, os núcleos urbanos começaram a se expandir. As casas eram construídas com materiais retirados do rio, que teve suas margens ocupadas por olarias, indústrias de telhas e tijolos.

A história mostra que a relação dos homens com os rios era diferente da atual. O homem dependia do rio para realizar suas atividades cotidianas e de subsistência. Havia a figura do fiscal de rios, instituída pelo poder público municipal, para – entre outras atribuições – “impedir a alteração do leito dos rios e ribeiros por represas e desvios das águas, bem como que fossem lançados nos rios resíduos líquidos ou sólidos sem licença nem consentimento da administração municipal” (JORGE, 36). A própria Comissão de Saneamento das Várzeas foi criada em 1890, oito anos antes do estabelecimento da figura do prefeito em São Paulo.

Apesar disso, havia registros de poluição das águas, uma vez que a exploração de ouro e ferro implicava em mudanças na cor e na turbidez das águas do Tietê, possivelmente com a ocorrência de metais pesados, cujos malefícios não eram conhecidos à época (ROCHA, 1991, p. 43 e 44). O lixo produzido em São Paulo era levado por carroças da “Limpeza Pública” para as margens do rio Tietê, no final do século XIX. As várzeas receberam por décadas grandes quantidades de resíduos, “não só meandros abandonados do rio foram atulhados com os resíduos urbanos, mas também as enormes lagoas formadas pela exploração de areia e barro nas várzeas” (JORGE, 2006, p. 58 e 59).

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística - Vol. 6 nº 1 – novembro de 2016

Na passagem do século XIX para o XX, a saúde pública deixou de ser a questão primordial da relação do governo com os rios. No início do século XX, os relatos de poluição do rio Tietê e alertas eram registrados em relatórios, muitos deles oficiais, pelos fiscais da cidade. Entre eles, por exemplo, o fiscal José Joaquim de Freitas fazia um alerta e sugeria que era necessário, em 1903, tratar o esgoto antes de jogá-lo no leito do rio (JORGE, 2006, p. 25-28). Na época, as águas do rio Tietê eram poluídas “em função da criação de suínos na região de Mogi das Cruzes e Guarulhos e do despejo de esgoto, sem tratamento, das moradias ao seu redor”. Além disso, a implantação de indústrias no entorno e o despejo de resíduos industriais colaborou para o aumento da poluição (OLIVEIRA, 2014).

Houve várias propostas de retificação do rio Tietê, que datam do século XIX. A de maior destaque, por conter um projeto holístico, foi apresentada pelo engenheiro sanitário Saturnino de Brito ao então prefeito Firmiano Pinto. Tratava-se de um projeto que defendia a retificação do rio e a ampliação de sua calha, barragens, reservatórios de cabeceiras e aterros. Além disso, o documento previa a construção de avenidas laterais e pontes e recomendava que a prefeitura trabalhasse de forma harmônica com o governo estadual – naquela época, havia debates sobre de quem seria a responsabilidade pela manutenção e cuidados com o rio. Saturnino também propunha a preservação de trechos de várzea e o replantio da mata ciliar, tornando suas águas cada vez mais potáveis em lugar de ficarem poluídas. “Saturnino de Brito reforça a importância de ter o rio como um manancial de abastecimento e sugere uma regularização para controlar as enchentes e permitir a navegação, assim como havia sido feito nos rios europeus, Sena, Tâmis” (OLIVEIRA, 2014, p. 4). O projeto foi publicado em 1926, porém, naquele ano assumiria um novo prefeito, José Pires do Rio, que dissolveu a Comissão de Melhoramentos do Tietê.

Pires do Rio recriou a Comissão no ano seguinte, porém, sem a figura de Saturnino de Brito. O novo chefe, João Cintra, reformulou o projeto, que ficou reduzido à retificação do rio e à construção de pontes e avenidas laterais. “Desaparecia a proposta de intervenção holística defendida por Saturnino e a perspectiva do uso múltiplo do rio. Assim o próprio combate às enchentes ficava em segundo plano” (JORGE, 2006, p. 64).

A crise econômica mundial de 1929 e seus efeitos nas finanças públicas, assim como a instabilidade política decorrente do fim da República Velha (1930), postergaram mais uma vez a retificação do rio Tietê. O tema voltaria à agenda em 1940, sob o mandato do prefeito Prestes Maia. Naquele período, a retificação se tornou tema prioritário e se integrou ao projeto viário que o prefeito pretendia implantar na cidade (JORGE, 2006, p. 65).

As ferrovias e os bondes começaram a ser substituídos por linhas de ônibus, evidenciando o modelo de transporte preferido pelos órgãos públicos. A forma como se deu a relação entre o transporte e a mobilidade interferiu no modelo de expansão da cidade e, conseqüentemente, afetou e afeta até hoje a integridade dos rios da capital paulista.

Com o avanço do sistema produtivo em São Paulo houve também pressão por investimentos e pela modernização do transporte de carga via caminhões, que se configurou como o principal vertedouro da produção metropolitana no eixo Rio-São Paulo. Em 1950, foi consolidada a rodovia Dutra e, em 1970, a Marginal Tietê (KAHTOUNI, 2004, p. 119).

“O rio foi retificado e fizeram as marginais. Ou seja, a região que era de várzea e tinha que ser preservada foi destinada à construção das marginais. E o que é pior: exatamente onde fica a Ponte das Bandeiras, o leito do rio ficou em uma cota superior

ao leito carroçável, então, qualquer chuvinha, inundava”, ressalta o professor e biólogo Aristides Almeida Rocha<sup>1</sup>.

Além da questão da mobilidade urbana, a relação entre a sociedade e o rio Tietê se transformou devido à exploração das águas em prol do lucro da exploração para consumo e, principalmente, para a geração de energia.

### **Exploração das águas**

A companhia Cantareira de Águas e Esgotos foi fundada em 25 de janeiro de 1877 e tinha a finalidade de explorar os serviços de água e esgoto da cidade. Relatos do historiador Janes Jorge na obra “Tietê, o Rio que a Cidade Perdeu” indicam que a empresa começou a demolir os chafarizes da cidade, para forçar os moradores a contratarem seu serviço de água encanada.

Na Diretoria de Saneamento do Estado de São Paulo, o engenheiro Francisco Saturnino de Brito assinou o estudo “Abastecimento de Água em São Paulo”, o sanitarista defendeu o uso das águas do Tietê para abastecimento, acompanhada de uma proposta para o tratamento da água. O rio seria, então, um importante manancial para a região leste da cidade.

Prevalecia, contudo, a ideia de que o abastecimento de água deveria ser proveniente das chamadas “águas protegidas”. Os defensores das águas protegidas repudiavam o uso das águas do Tietê para consumo humano.

A mudança do modelo sanitário e urbanístico de São Paulo se materializou no Plano de Avenidas de 1930. Sua execução evidenciou a vitória das questões funcionalistas e viárias sobre a questão das obras infraestruturais de saneamento.

O abastecimento de água não interferiu positivamente no futuro do Tietê, que foi definido cada vez mais pela hidroeletricidade. Enquanto o país buscava o chamado desenvolvimento econômico, a água passou a ser usada de forma mais intensa, para vários fins, porém não havia uma política adequada que se aplicasse aos recursos hídricos. A política existente era focada no segmento energético.

A São Paulo Tramway Light and Power Company Limited deteve o monopólio do setor de hidroeletricidade por quase 80 anos. Monopolizando serviços e atuando em várias frentes de negócio, a Light era conhecida popularmente como “polvo canadense”, já que seus tentáculos penetravam várias esferas e usavam sua força para influenciar decisões políticas.

A empresa era um conglomerado canadense-anglo-americano, criado em Ontário, no Canadá, cuja autorização para funcionar no Brasil foi concedida pelo então presidente Campos Sales.

O início da história da Light no Brasil remete a 1895, quando o capitão da marinha italiana Francisco Antonio Gualco foi apresentado a representantes do governo brasileiro, que estavam em viagem oficial ao Canadá, para falar sobre a implantação de um sistema de bondes elétricos em São Paulo. No Brasil, em 1896, o capitão Gualco se uniu ao comendador Antonio Augusto de Souza e conseguiu que o então presidente da Câmara Municipal, coronel Antonio Proost Rodvalho, criasse a Lei 304, de 8 de junho de 1897, autorizando a concessão para a exploração de bondes

---

<sup>1</sup> Entrevista concedida à autora do artigo no dia 11 de fevereiro de 2016. Doutor em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Aristides Almeida Rocha é autor de obras sobre o rio Tietê, entre elas *Do Lendário Anhembi ao Poluído Tietê* (São Paulo: Edusp, 1991). É professor titular aposentado da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo e tem experiência na área de engenharia sanitária, com ênfase em saneamento ambiental.

elétricos por 40 anos. Gualco e Augusto de Souza começaram, então, a levantar capital para o negócio. Como não conseguiu o suficiente no Brasil, Gualco voltou a Montreal e apresentou a Lei 304 a sete empresários canadenses. O prazo de 40 anos chamou a atenção dos canadenses, que fundaram com o capitão Gualco, em Montreal, a São Paulo Railway Light and Power Company. A rainha Vitória, da Inglaterra, concedeu carta-patente de incorporação da São Paulo Railway, com capital inicial de seis milhões de dólares canadenses, em abril de 1899.

Em setembro do mesmo ano, os advogados canadenses Mackenzie e Pearson assinaram a escritura de transferência dos direitos de exploração de Gualco e Sousa para a Light. A companhia pagou seis milhões e 140 mil réis de emolumentos.

Antes do início das obras no Brasil, em dezembro de 1899, a companhia teve o nome alterado para São Paulo Tramway Light and Power Company, para não ser confundida com a São Paulo Railway, inglesa que já operava o serviço ferroviário na cidade – a ferrovia Santos-Jundiaí. Assim, em 1899, a empresa canadense recebeu a primeira concessão para explorar os serviços de transporte urbanos em São Paulo.

A entrada da Light foi um “processo que ocasionou a modificação da paisagem natural de forma definitiva, tanto sob o aspecto físico, químico e biológico” (PAGANINI, 2008, p. 38). Naquele ano, a empresa foi autorizada a construir uma hidrelétrica na Cachoeira do Inferno, no rio Tietê, altura de Parnaíba, conforme constava no contrato de iluminação pública da cidade. O historiador Janes Jorge destaca ser pouco provável que os paulistanos imaginassem que esse fato seria essencial para que a companhia se apropriasse completamente dos recursos hídricos de São Paulo, algumas décadas depois.

Para se manter influente, a Light estabelecia relações com a elite política e social. Além disso, editava um jornal de circulação diária para se contrapor a seus críticos e atuava eleitoralmente, conforme denunciava o *Commercio de São Paulo*, de 26 de outubro de 1908: “acostumada a impor sua vontade, a Light, todo São Paulo o sabe, alistou seus eleitores todos os seus operários, obrigando-os como se fossem lacaios a votarem na chapa que lhes indicar e que lhes convier” (JORGE).

Na obra “Tietê, o Rio que a Cidade Perdeu”, o historiador Janes Jorge aponta que, em 1909, foi elaborado por Alfredo Valadão o projeto de um Código de Águas, a pedido do presidente Nilo Peçanha. “Mas ele ficou paralisado no Congresso Nacional até a década de 1920, em grande parte devido à influência política da Light, que temia que a regulamentação restringisse e impusesse limites a sua atuação”. O decreto que criou o Código das Águas – elaborado a partir das propostas de Valadão – foi promulgado em 1934.

Ainda que a empresa canadense fizesse *lobby* e mantivesse pressão no setor público, os problemas com relação à Light foram destacados por técnicos, estudiosos e intelectuais da época. No relatório intitulado “Para Melhoria das Água do Rio Tietê”, Saturnino de Brito alertava o poder público quanto aos possíveis prejuízos que as obras da empresa Light poderiam causar à “pequena navegação”, além de preconizar a adoção de medidas destinadas a minimizar enchentes e prevenir a poluição das águas.

A usina de Parnaíba e a represa de Guarapiranga marcaram o início da intervenção da Light na bacia do Alto Tietê e viabilizaram a produção em larga escala de energia elétrica, garantindo as tão desejadas altas taxas de lucros.

A questão das cheias e das inundações em alguns pontos da cidade era um problema para a população, porém, de certa forma indicava que os reservatórios da Light estavam operando praticamente no limite, garantindo a geração de energia e o retorno financeiro para a empresa. “As cheias periódicas dos grandes rios paulistanos, fenômeno natural na época das chuvas tornavam-se mais destrutivas



pela forma como a Light administrava seus reservatórios, mantendo-os o mais cheio possível. Obras de combate às enchentes, planejadas ou promovidas pelo poder público, ficavam inviabilizadas diante disso” (JORGE, 2006, p. 78).

Aproveitando a situação da seca da década de 1920 e da pressão popular por melhores prestações de serviço, a Light pressionou o poder público para aumentar ainda mais seu controle da bacia do Alto Tietê. Nos anos de 1924 e 1925, a estiagem que atingiu São Paulo afetou o abastecimento de energia, fazendo com que os bondes elétricos não pudessem subir ladeiras, os anúncios luminosos foram proibidos nas lojas e as indústrias tinham medo de ir à falência, devido às máquinas paradas (JORGE, p. 79). Com isso, a Light conseguiu liberação do governo para construir no rio Tietê a usina do Rasgão - na altura de Pirapora do Bom Jesus -, ampliar a usina de Itupararanga, no rio Sorocaba, e a usina da rua Paula Souza, na própria cidade de São Paulo. Em seu site, a EMAE (Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.) destaca o período e descreve que a usina de Rasgão foi “construída em prazo recorde (sete meses)”.

Ainda em 1925, a Light apresentou uma proposta chamada de “Projeto Serra”, que consistiu na formação de um reservatório maior que o de Guarapiranga, por meio do represamento do rio Grande, outro formador do rio Pinheiros. As águas acumuladas no topo da serra seriam enviadas 700 metros abaixo para acionar as turbinas da usina de Henry Borden, em Cubatão, onde seriam gerados um milhão de kw. O projeto era ambicioso porque permitiu à Light o uso das águas do rio Tietê e de seus afluentes para acionar a usina em Cubatão.

A Light alterou, contudo, o projeto inicial e conseguiu uma concessão do governo estadual para retificar o rio Pinheiros em troca do direito de propriedade sobre as várzeas inundáveis, que foram posteriormente vendidas. Pelo contrato, as várzeas do Pinheiros foram definidas como as áreas atingidas pelas águas do rio com base na maior cheia registrada. Tendo em vista essa condição estabelecida em contrato, a Light provocou, em 1929, a maior enchente da história da cidade, ao abrir as comportas de Guarapiranga quando os níveis dos rios paulistanos já estavam altos em virtude de vários dias de chuva intensa. As águas do Pinheiros e do Tietê avançaram sobre terrenos onde ninguém jamais imaginaria que isso pudesse ocorrer (JORGE, 2006).

Além disso, houve outra interferência no curso natural do Tietê: as águas do rio foram incorporadas ao complexo hidroelétrico de Cubatão, com a reversão das águas do retificado rio Pinheiros (cujo curso normal é em direção ao interior), por meio das usinas de Traição (construída na região do Butantã) e de Pedreira (na represa do rio Grande). Nesse sentido, a Light conseguiu se apropriar das várzeas do Pinheiros e reverter o fluxo de ambos os rios, aumentando a própria geração de energia e, conseqüentemente, os lucros. Contudo, essa situação fazia com que as águas do Tietê fossem enviadas à represa do rio Grande depois de receberem todo o esgoto da cidade de São Paulo, degradando a represa e a região. “Igualmente terrível era o fato de que toda a região a montante de Parnaíba, ou seja, a própria cidade de São Paulo funcionaria como uma grande represa da usina de Cubatão” (JORGE, 2006, p. 82).

Em 4 de fevereiro de 1979, o jornal *Folha de S. Paulo* estampava a manchete: “Caso Light ainda sem respostas”, que questionava a compra da canadense Light pelo governo brasileiro, que ao todo dispendeu US\$ 1,4 bilhão no negócio. Internamente, a reportagem intitulada “Negociações à meia-luz” aponta: “Ao comprar a Light, o governo Geisel passou por cima da opinião pública e do Congresso, complementando um ato que envolve inúmeras dúvidas e questionamentos”. O jornal teve acesso ao contrato firmado entre a empresa e o governo. Por ter sido um contrato no modelo de concessão, o Estado receberia todo o acervo da Light gratuitamente no ano de 1990.

A relação do rio com os moradores de São Paulo mudou com o passar dos anos, principalmente, devido ao modelo capitalista implantado, que fez com que as pessoas buscassem o lucro em detrimento de outros interesses, como da preservação ou conservação dos recursos naturais e da manutenção da qualidade de vida. O modelo favoreceu o desenvolvimento e monopólio por parte de grandes empresas, como no caso da canadense Light.

O rio de água pura, piscoso e cheio de vida se transformou, como consequência das ações do homem, em um grande córrego reto, duto de esgoto e emissor de odores desagradáveis que incomodam a todos que passam por suas marginais. Enquanto o *lobby* de empresas estrangeiras – que lutavam pelos próprios interesses – foi intenso e bem-sucedido, faltou, por outro lado, a ação do poder público e o desenvolvimento de políticas para integrar a sociedade e o rio, para manter o Tietê vivo. “A relação entre a sociedade e o rio se perde por um erro político. Tinha fiscal e comissões, mas infelizmente o *lobby* da produção de energia elétrica foi muito maior naquela época e levou ao caos”, avalia Almeida Rocha.

O processo de desmatamento das matas ciliares foi catalisado em prol do desenvolvimento e da industrialização. Da mesma forma, as ocupações irregulares e a forma do homem se relacionar e habitar a cidade contribuíram para a aceleração do desmatamento. Os bondes que circulavam pela cidade estampavam propagandas como “São Paulo é o maior parque industrial da América Latina”, evidenciando a crescente expansão das indústrias.

### **Projeto Tietê**

Em 1991, as autoridades, pressionadas por ONGs e pela sociedade civil, instituíram o “Programa de Despoluição do Tietê”, conhecido como “Projeto Tietê”. O programa contou com recursos do governo estadual de São Paulo, mais US\$ 450 milhões provenientes do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), outros US\$ 508 milhões do *The Overseas Economic Cooperation Fund of Japan*, do Japão, além de outros aportes da iniciativa privada.

Pouco tempo antes do lançamento do Projeto Tietê, as rádios *Eldorado* e *BBC* de Londres fizeram uma série de reportagens, nas quais um jornalista percorria o rio Tietê em São Paulo, enquanto seu colega inglês navegava pelo Tâmsa em Londres. “Em sua locução, Márcia Poo, falava da quantidade de peixes encontrados naquele rio que outrora também fora poluído. Se os ingleses conseguiram limpar o Tâmsa, porque nós não podemos despoluir o Tietê? Questionou a *Eldorado* a seus ouvintes”<sup>2</sup>.

A reportagem resultou em um movimento popular que reuniu 1,2 milhão de assinaturas da sociedade civil, coletadas entre agosto de 1991 e maio de 1992 – maior abaixo-assinado feito na América Latina por uma causa ambiental. Houve, ainda, atos de apoio à despoluição do rio por parte de empresas, acadêmicos e estudantes como da Universidade de São Paulo, artistas e celebridades. Aconteceram também eventos de mobilização, como um realizado no Sesc nos dias 19 e 20 de novembro de 1991.

Além da reportagem, a sociedade paulistana se mobilizou com o caso do jacaré-de-papo-amarelo, que ficou conhecido como Teimoso, pela dificuldade da Polícia Ambiental (então Polícia Florestal) e dos bombeiros em capturá-lo e pela improbabilidade de haver vida nas águas sujas do Tietê.

---

<sup>2</sup> NUNES, Geraldo. Série especial vai lembrar os 20 anos da campanha da Rádio Eldorado pela despoluição do Tietê.

Com a mobilização popular, apoio da imprensa e de ONGs, o programa de despoluição do rio Tietê foi lançado em 1992, com recursos do BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento). O projeto, ainda em curso, prevê uma forte atuação em saneamento básico. Além disso, também fazem parte dos objetivos do programa o controle da poluição industrial e de resíduos sólidos, abertura e urbanização de fundos de vale e educação ambiental.

O Projeto Tietê estabeleceu metas para estender o serviço de coleta de esgotos a mais de 250 mil famílias, ampliando o percentual de população urbana atendida nos municípios tratados pela Sabesp, de 63%, em 1992, para 83%, em 1999. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (Cetesb), em 1991, apenas 16% do esgoto despejado no rio era tratado.

Depois de uma prorrogação de três anos (1995 a 1998), a primeira etapa foi concluída. Sua execução foi lenta até 1994 com apenas 10% dos desembolsos (Sabesp, 2002). A explicação, à época, foram as dificuldades financeiras da Sabesp. Foram investidos US\$ 40 milhões ao ano. Além disso, em 1994, foi implantado o Plano Real e as empresas construtoras rescindiram a maioria dos contratos de obras já adjudicados.

A partir de 1995, a nova gestão da SABESP renegociou com o BID a prorrogação do prazo de conclusão para 1998. Na primeira etapa, foram construídas três estações de tratamento de esgoto: São Miguel, Parque Novo Mundo e ABC.

A segunda etapa prevista para terminar em 2002 também sofreu atrasos e foi concluída em julho de 2008, após três prorrogações (2003 - 2005; 2005 - 2007 e 2007 - 2008). Nesta fase, o desafio foi o esgoto doméstico, tendo em vista à ampliação e otimização do sistema de coleta e transporte, para utilização plena da capacidade instalada de tratamento.

Nas casas, comércios ou indústrias, ligações com diâmetro pequeno formam as redes coletoras. Estas redes são conectadas aos coletores-tronco (tubulações instaladas ao lado dos córregos), que recebem os esgotos de diversas redes. Dos coletores-tronco, os esgotos vão para os interceptores, que são tubulações maiores, normalmente próximas aos rios. De lá, o destino será uma estação de tratamento, que tem a missão de devolver a água limpa ao meio ambiente, ou reutilizá-la para fins não potáveis.

Atualmente, a terceira etapa está sendo executada. "Talvez essa seja a etapa mais difícil do projeto, porque envolve a ligação das casas das pessoas às redes coletoras, que agora estão prontas. Assim, o esgoto deve deixar de ir para os córregos e rios urbanos e ir para as estações de tratamento de esgoto. Na medida em que se vai tendo a adesão, as pessoas vão conectando suas casas à rede de esgoto, ou seja, passam a pagar pelo tratamento. Nesse ponto, os cronogramas foram atrasados", afirma Malu Ribeiro, da Fundação SOS Mata Atlântica<sup>3</sup>.

Hoje, são captados 87% do esgoto na capital e tratados 78% desse total e a bacia do Tietê recebe dejetos de aproximadamente 1,2 milhão de pessoas. Ou seja, a concessionária Sabesp está, inclusive, descumprindo a Constituição Estadual de São Paulo, de 1989, que veda no artigo 208 "o lançamento de efluentes e esgotos urbanos e industriais, sem o devido tratamento, em qualquer corpo d'água". Da mesma

---

<sup>3</sup> Entrevista concedida à autora do artigo no dia 29 de fevereiro de 2016. Jornalista, com especialização em políticas públicas e gestão de recursos hídricos, Malu Ribeiro é coordenadora do programa Rede das Águas da Fundação SOS Mata Atlântica.

forma, o Decreto 8.468/76, que regulamenta a Lei 997/76, estabelece padrões de qualidade e de lançamento de efluentes nos corpos hídricos e na rede de esgotos. "A norma é completa e não gera dúvida quanto ao fato de o lançamento de efluentes poluir as águas" (GRANZIERA, p. 128).

Em 2015, diante da crise de gestão hídrica, a Sabesp anunciou corte de investimentos e rompeu contratos com empreiteiras e fornecedores. Na quarta fase do projeto está prevista a universalização. Até 2020, o Estado planeja levar a 100% da população o tratamento e a coleta de esgoto. O cronograma original era concluir a universalização até 2015, porém foi postergado para 2018 e novamente adiado para 2020, segundo a Sabesp, pela necessidade de contrair financiamentos e firmar contratos com órgãos internacionais.

Para Fundação SOS Mata Atlântica, é necessário haver uma mudança na legislação, como aponta sua representante, Malu Ribeiro. "Para colocar o saneamento na agenda política da cidade, São Paulo tem que reestabelecer os compromissos. Então, para que não percamos de vista - a gente não aceitou 2020, a gente aceita 2018 - defendemos, pelo menos, tirar os rios da região metropolitana de São Paulo da condição de rios mortos, que são os rios de classe quatro. Para que isso aconteça não adianta só ligar o esgoto doméstico das casas das pessoas e das estações de tratamento, precisa também aperfeiçoar a legislação".

### **Legislação de águas**

Seguindo uma tendência mundial, o Brasil passou a discutir a questão da legislação referente aos corpos hídricos a partir da segunda metade do século XX. O tema esteve em pauta em conferências e congressos internacionais. O primeiro Fórum Mundial das águas aconteceu em 1997 no Marrocos; o segundo mobilizou 15.000 pessoas e o terceiro foi realizado em 2003 no Japão. O próximo Fórum Mundial da Água acontece em Brasília, no Brasil, em 2018. Granziera ressalta que as conferências são importantes por reforçarem princípios que devem ser adotados internamente nos países, mas que, ao mesmo tempo, interessam à comunidade internacional, uma vez que não há fronteiras para o meio ambiente.

No Brasil, a Constituição Federal determina o domínio das águas de estados, do Distrito Federal e da União. Lagos, rios e quaisquer correntes de água são de domínio da União se banharem mais de um estado, fizerem limite com outros países ou cruzarem as fronteiras do país. Os municípios não possuem águas de seus domínios, porém, devem ser responsáveis também pela proteção desse recurso.

A primeira norma específica que disciplinou o aproveitamento industrial das águas e a exploração da energia hidráulica foi o Código das Águas, Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Avançado para a época, a regulamentação do Código das Águas se limitou, contudo, ao desenvolvimento do setor elétrico, preterindo a questão dos usos múltiplos e a proteção da qualidade das águas.

Era preciso, então, estabelecer novas regras para as águas, porque o Código das Águas não oferecia os elementos a promover a adequada gestão e a proteção dos cursos hídricos. Além disso, diante das alterações do cenário dos recursos hídricos, eram necessárias medidas complementares para garantir a proteção das águas.

As alterações resultaram na Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional e o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A PNRH coloca a água como um bem público, implicando na necessidade de autorização do Poder Público para derivações, lançamentos de efluentes para diluição e quaisquer atividades que

alterem o regime das águas. Além disso, implica também na gestão descentralizada, com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades - por meio da qual os usuários estão sujeitos à fiscalização e também às penalidades.

A PNRH segue a mesma tendência de inclusão e participação social na construção das políticas públicas vista na Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6938/81. A PNMA criou o Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente), órgão consultivo e deliberativo que assessora e propõe ao governo ações e políticas que devem ser tomadas para a exploração e preservação do meio ambiente. Por meio de deliberações como proposições, recomendações e resoluções, o Conama visa cumprir os objetivos da PNMA.

Entre as deliberações, está a Resolução Conama 357, de 17 de março de 2005, que 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. A norma revogou a Resolução Conama nº 20, de 18 de junho de 1986.

Como define a norma (Artigo 2º), enquadramento é o "estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo".

Uma das considerações do Conama ao estabelecer a Resolução 357/2005 é "que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação". Ou seja, o enquadramento busca alcançar melhores condições e padrões para determinado curso hídrico, visando à manutenção da qualidade das águas. Devem ser determinadas metas, o cronograma para a efetivação e a indicação das fontes de financiamento das ações, além do acompanhamento e da fiscalização do Poder Público.

Para águas doces, como as do rio Tietê, a resolução estabelece cinco classes: especial, um, dois, três e quatro. Em cada qual são indicados os usos preponderantes, de acordo com a qualidade da água. "O objetivo do enquadramento é assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes" (GRANZIERA, p. 271).

Condições e padrões orgânicos e inorgânicos à serem respeitados são fixados para cada uma das classes. Por meio do enquadramento, é aplicada a classe de água ou níveis de qualidade fixados, determinando-se os usos e as finalidades preponderantes daquela água. Além das condições e dos limites fixados para cada classe de água doce, o lançamento de efluentes só poderá ocorrer depois do seu devido tratamento, de acordo com os padrões e exigências fixados (artigo 24).

Na região metropolitana de São Paulo, de Guarulhos a Pirapora do Bom Jesus, o rio Tietê está enquadrado na classe quatro. A partir de Pirapora do Bom Jesus, o Tietê recebe o enquadramento da classe dois.

Apenas os rios de classe especial, de reservas naturais e áreas de manancial, não podem receber nenhum tipo de efluente. Da classe um a três, os rios podem receber, após tratamento, despejos de efluentes e suas águas podem ser utilizadas para usos múltiplos.

Rios enquadrados na classe quatro têm apenas dois miligramas de Oxigênio Dissolvido (OD) por litro, portanto, não apresentam condições para abrigar vida

aquática e suas águas ficam indisponíveis para usos. “Mesmo que não sejam fétidos, só servem para composição de paisagem e diluição de efluentes. Um rio de classe quatro é, portanto, um rio morto”, avalia Malu Ribeiro no artigo “Projeto de despoluição do Tietê não traz resultados animadores”, publicado no portal UOL, em setembro de 2015.

Devido à grande concentração de despejo de efluentes, a poluição aumenta e os índices de oxigênio na água diminuem, ampliando também a necessidade de tratamento, cada vez mais caro, para o abastecimento humano. “Nos rios de classe quatro, a poluição é tamanha que o tratamento para abastecimento público e usos múltiplos se torna inviável”<sup>4</sup>.

### **Discussão sobre o fim da classe quatro**

A Resolução Conama 357/05 enquadra, portanto, os rios de acordo com a qualidade de suas águas e determina seus usos. Sua complementar, a Conama 430/11 estabelece padrões para o lançamento de efluentes nos corpos hídricos, porém, não especifica nada sobre os rios de classe quatro, abrindo brecha para a poluição das águas. Na prática, a Conama 357/2005 - e as revogações apontadas pela 430/2011 - permite o despejo de efluentes nas águas de classe quatro, consideradas mortas, como o caso do rio Tietê no município de São Paulo. Apesar disso, a Legislação Estadual de São Paulo e a Federal não permitem o lançamento de efluentes sem tratamento nos corpos hídricos.

Questionado sobre um eventual conflito entre as normas, o Secretário de Gestão Ambiental da prefeitura de São Bernardo do Campo e professor universitário, João Ricardo Guimarães Caetano<sup>5</sup>, responde: “o conflito na verdade não é entre as normas. O conflito, na minha opinião, é entre a ausência real de políticas de saneamento na região metropolitana e no estado de São Paulo. Nós, em São Paulo, estamos muito atrasados com saneamento, com tratamento e a destinação adequada de efluentes”.

A Fundação SOS Mata Atlântica promove uma campanha pelo fim dos rios de classe quatro. Para a ONG, o enquadramento dos corpos hídricos deve indicar uma meta de qualidade da água a ser perseguida para as bacias hidrográficas e não a atual condição ambiental que o rio está. A medida, segundo a SOS seria mais uma ferramenta em prol da despoluição dos rios.

“A Resolução Conama 357 faz o enquadramento dos rios, de acordo com o uso preponderante que se faz daquela água. A gente não pode aceitar que passada a crise da água e reconhecendo pela ONU o acesso à água um direito humano, usemos rios para diluir o esgoto sem tratamento”, defende Malu Ribeiro, da Fundação SOS Mata Atlântica.

Para Guimarães Caetano, a mudança na legislação não teria efetividade prática. “Pode-se mudar a legislação, mas a questão não é a mudança da legislação, a

---

<sup>4</sup> RIBEIRO, Malu. Projeto de Despoluição do Tietê não traz resultados animadores. UOL, 23 set. 2015.

<sup>5</sup> Entrevista concedida à autora do artigo no dia 24 de março de 2016. Secretário de Gestão Ambiental da Prefeitura do Município de São Bernardo do Campo, João Ricardo Guimarães Caetano é mestre em engenharia, com ênfase em planejamento ambiental, pela UFSCar. Participou de mesas de negociação nas três esferas de governo e tem vivência na construção de relações com comunidades. Atuou na reorganização da CETESB e coordenou equipes multidisciplinares. Além disso, é professor universitário em cursos de graduação e pós-graduação do Senac, Cegea/Esalq, USCS, Unifesp e Unicamp. Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística - Vol. 6 nº 1 - novembro de 2016

questão é como o meio físico e o meio biológico realmente se comportam. Nós ainda vamos continuar tendo rios com essa qualidade de água? O que o Poder Público e a sociedade precisam fazer para eliminar ou reduzir a poluição dos rios? É disso que se trata. É claro que você pode mudar a legislação, tornar a legislação mais restritiva, mas se a sociedade não está preparada para atender àquela legislação, o que você faz com a legislação? Ela vira uma letra morta”, defende.

“A crise é muito mais do que uma crise de resoluções ou legal, é uma crise de gestão. Ou seja, a gestão não tem estimulado e priorizado o tratamento de esgoto. É um problema muito grave que temos de qualidade ambiental na região metropolitana de São Paulo”, acrescenta. João Ricardo exemplifica com o caso da crise no abastecimento vivenciada em 2014 e 2015 “Temos rios passando pela cidade e ausência de água potável para abastecimento. Nunca foi dada a devida prioridade para o tratamento do esgoto, tanto é verdade que durante a crise de abastecimento de água, a Sabesp claramente deixou de lado os investimentos em saneamento básico para fazer investimentos emergenciais em abastecimento, o que demonstra novamente que o tratamento de esgoto é sempre relegado a um segundo plano. Por isso, temos índices baixos de tratamento de esgoto, o que resulta na péssima qualidade da água dos rios que cruzam a capital e a região metropolitana”.

O gestor ambiental ressalta a importância de resoluções e normas restritivas, porém, destaca que é necessário ter soluções factíveis que incorporam a norma. “Não é esse o esforço que melhora a qualidade do rio. O que melhora é a sociedade acompanhar a evolução da qualidade dessas águas: hoje qual é a classe, o que a sociedade precisa fazer para o enquadramento e para a qualidade do rio melhorar?”.

Atualmente, o rio Tietê é enquadrado em classe quatro, porém, as águas estão em um padrão inferior aos da própria legislação, o que para João Ricardo “é um atestado do fracasso da gestão ambiental que se tem em São Paulo”.

### **3. Conclusão**

A Política Nacional de Recursos Hídricos prevê a maior participação da população, inclusive nos Comitês de Bacia – estruturas tripartites. Porém, as pessoas ainda estão muito afastadas das políticas públicas e da gestão dos recursos naturais.

Esse afastamento aliado ao capitalismo faz com que as concessionárias foquem nos lucros, em detrimento da prestação de serviço de qualidade. Um dos pontos a ser destacado é que a Sabesp é uma empresa de economia mista e capital aberto, com ações negociadas nas bolsas de valores de São Paulo e de Nova York. O governo do estado de São Paulo detém 50,3% das ações. As demais são negociadas na BM&F Bovespa (24,3%) e na NYSE (25,4%). Sendo assim, o negócio é voltado ao lucro e não às políticas públicas de abastecimento ou de saneamento.

A legislação brasileira de águas é abrangente e completa. A Política Nacional de Recursos Hídricos contempla e prevê políticas integradas, a criação dos Comitês de Bacia pressupõe a participação da sociedade e a Resolução Conama tem como função estabelecer não só padrões de classes de rios, mas metas a serem atingidas, pensando na melhoria da qualidade das águas. A legislação do estado de São Paulo proíbe, ainda, o lançamento de efluentes sem tratamento nos corpos hídricos.

Apesar das normas, a própria Sabesp continua jogando esgoto sem tratamento nos córregos e rios da região metropolitana. Ainda que haja autuações por parte da Cetesb, a empresa entra com recursos, processos que duram longos anos e tendem a ser favoráveis à empresa. “A Cetesb acompanha os cronogramas do Projeto Tietê

e, em muitos casos, aplica multas contra a Sabesp, mas a Sabesp ignora. Vai para a Procuradoria do Estado, executa, fica 20 anos no Judiciário. O Tribunal de Justiça de São Paulo tem um carinho especial pela Sabesp, porque a Sabesp não perde uma ação. Alguma coisa está errada”, avalia o Promotor José Ismael Lutti<sup>6</sup>.

Cabe ressaltar que, em 2012, o Ministério Público entrou com Ação Civil Pública, pedindo indenização de R\$ 11,5 bilhões da Sabesp, do governo do estado de São Paulo, prefeitura de São Paulo e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) por causa do lançamento de esgoto sem tratamento nos rios e represas da região metropolitana.

A Promotoria também questiona a validade da concessão dos serviços de saneamento básico da capital à Sabesp, que foi definida por lei municipal aprovada em 2009. De acordo com a Promotoria, a Lei Federal 8.987 determina que toda concessão pública deve ser feita por meio de licitação - o que não teria ocorrido.

O valor de R\$ 11,5 bilhões foi calculado por técnicos do Ministério Público, que estimaram em cerca de R\$ 4,5 bilhões os danos ambientais nos recursos hídricos paulistas desde o início do Projeto Tietê, em 1992. Os outros R\$ 7 bilhões da indenização são referentes ao dano ao patrimônio público causado pela não operação da usina hidroelétrica Henry Borden, em Cubatão. O valor iria para um fundo estadual e só poderia ser utilizado para financiar projetos de recuperação ambiental na região metropolitana.

Na ocasião, a Sabesp alegou que se tratava de tentativa de “desconstruir o maior projeto de saneamento ambiental do país”<sup>7</sup>. A Juíza de Direito Liliane Keyko Hioki julgou improcedente a ação requerida pelo Ministério Público de São Paulo. “Ante o exposto, julgo improcedente o pedido inicial, extinguindo o feito com resolução do mérito. Sem condenação em verbas de sucumbência (art. 18 da LACP), eis que não se caracterizou má-fé do autor”<sup>8</sup>.

O Ministério Público entrou com recurso e a ação tramita em segunda instância. Em junho de 2015, os autos foram recebidos pelo relator do caso. “O Judiciário de São Paulo vai ter que mostrar personalidade para pôr ordem na casa, porque não dá para continuar com esse descalabro”, aponta o Promotor Lutti.

Se as normas existem e não são cumpridas em sua totalidade, adiantaria restringir a legislação acabando com o enquadramento de classe quatro e, conseqüentemente, com rios mortos que sirvam à navegação e à harmonia paisagística? Seria justamente para, como ressaltou o secretário João Ricardo, contar com uma letra morta, sem efetividade alguma.

Assim sendo, com base em entrevistas com especialistas e na leitura de obras sobre o rio e sobre a legislação ambiental vigente, é possível concluir que a mudança na resolução Conama 357/2005 não é o fator-chave que implicará na despoluição do rio

---

<sup>6</sup> Entrevista concedida à autora do artigo no dia 14 de março de 2016. Chefe de gabinete da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. Primeiro Promotor de Justiça do Meio Ambiente de São Paulo (SP), por meio do cargo, atuou especialmente nos temas de poluição do ar e veicular, poluição de recursos hídricos e saneamento básico, áreas contaminadas e resíduos sólidos, com ênfase em logística reversa e embalagens pós-consumo.

<sup>7</sup> BURGARELLI, Rodrigo. MP pede R\$ 11,5 bi da Sabesp por despoluição de rios. O Estado de S. Paulo, São Paulo, 11 out. 2012.

<sup>8</sup> BRASIL. Tribunal de Justiça de São Paulo (3ª Vara de Fazenda Pública). Cível. Ação Civil Pública nº 0046282-20.2012.8.26.0053.

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística - Vol. 6 nº 1 - novembro de 2016



Tietê. A legislação vigente é bastante completa e, apesar disso, há algumas normas que não são seguidas pela sociedade, que muitas vezes não é penalizada de forma adequada. Além do respeito à legislação, é preciso haver mobilização social e pressão popular para dar celeridade ao processo de despoluição do rio.

A sociedade deve se pautar em prol de práticas mais efetivas e pretensiosas, como o cumprimento dos cronogramas e dos prazos do Projeto Tietê e a universalização do saneamento e do tratamento de esgotos. Além disso, é necessário aprofundar o debate em torno da exigência do respeito à PNRH e da Lei do Estado de São Paulo, que proíbem o lançamento de efluente sem tratamento nos corpos hídricos. É necessário ter vontade para realmente colocar em prática políticas públicas integradas para alcançar os resultados desejados. Normas, leis e tecnologias já existem.

Lutar pelo fim dos rios de classe quatro parece uma manobra para desviar o holofote da cena principal, já que o governo mais uma vez não vai conseguir cumprir com o planejado originalmente e o Projeto Tietê vai atrasar, devido à queda de investimentos em saneamento ao longo das etapas e mais recentemente por causa da crise da gestão hídrica e de abastecimento, de 2014 e 2015.

Ademais, a questão de enquadramento de rios é um tema complexo, longe da realidade de muitas pessoas. Se já é difícil aproximar a população de questões relacionadas à água em sua forma mais essencial, como saneamento e abastecimento para consumo humano, que dirá abordar a questão das classes, da Resolução Conama 357/05, dos padrões para lançamento de efluentes em corpos hídricos e a Resolução Conama 430/11.

É preciso investir em ações de educação para que a sociedade entenda a importância do saneamento, do tratamento de efluentes e da preservação de áreas de mananciais e de matas ciliares. Com o conhecimento, a população será eficiente e bem-sucedida em sua tarefa de pressionar e exigir do governo políticas públicas integradas e a efetividade de programas como o Projeto Tietê. Diante de uma sociedade apática que não se envolve nas questões políticas, as empresas reduzirão investimentos em saneamento para deixar seus cofres mais cheios e o governo continuará postergando metas, ano após ano.

## Referências

Entrevista realizada com Aristides Almeida Rocha, 11 de fevereiro de 2016.

Entrevista realizada com Malu Ribeiro, 29 de fevereiro de 2016.

Entrevista realizada com Ismael Lutti, 14 de março de 2016.

Entrevista realizada com João Ricardo, 24 de março de 2016.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 20 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 20 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 9433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em 23 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm)>. Acesso em 23 fev. 2016.

BURGARELLI, Rodrigo. MP pede R\$ 11,5 bi da Sabesp por despoluição de rios. O Estado de S. Paulo, São Paulo, 11 out. 2012. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,mp-pede-r-11-5-bi-da-sabesp-por-poluicao-de-rios,944343>>. Acesso em 17 mar. 2016.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO; SABESP. **Projeto Tietê**. Disponível em: <[http://www.sabesp.com.br/Sabesp/filesmng.nsf/B2FB8DE17FC1600183257650007F0088/\\$File/Projeto\\_Tiete\\_3%AAEtapa\\_coletiva\\_15out09b\\_compactada.pdf](http://www.sabesp.com.br/Sabesp/filesmng.nsf/B2FB8DE17FC1600183257650007F0088/$File/Projeto_Tiete_3%AAEtapa_coletiva_15out09b_compactada.pdf)>. Acesso em 19 mar. 2016.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Águas. IN: Direito Ambiental. São Paulo: Atlas, 2011, cap. 16, p.257 a 292.

\_\_\_\_\_. **Direito das Águas**: Disciplina Jurídica das Águas Doces. São Paulo: Atlas, 2006.

JORGE, Janes. **Tietê - O Rio que a Cidade Perdeu**: São Paulo, 1890 - 1940. São Paulo: Alameda, 2006.

KAHTOUNI, Saide. **Cidade das Águas**. São Paulo: RiMa, 2004.

REDAÇÃO FOLHA. **Fracassa 2ª tentativa de caça ao jacaré no Tietê**. Folha de S.Paulo, 16 ago. 1990. Disponível em: <<http://acervo.folha.uol.com.br/resultados/?q=jacar%C3%A9+teimoso&site=&periodo=acervo&x=15&y=8>>. Acesso em 06 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Jacaré volta a aparecer no Tietê e dribla bombeiros pela terceira vez**. Folha de S.Paulo, 22 ago. 1990. Disponível em: <<http://acervo.folha.uol.com.br/resultados/?q=jacar%C3%A9+teimoso&site=&periodo=acervo&x=13&y=17>>. Acesso em 06 mar. 2016.

ROCHA, Aristides Almeida. **Do Lendário Anhembi ao Poluído Tietê**. São Paulo: Edusp, 1991.

# Estudo da Viabilidade da Implantação de Biodigestor no Município de Hortolândia para Geração de Biogás

*Study Biodigester Implementation Feasibility in the City of Hortolândia for Biogas Generation*

Cátia Rodrigues de Almeida, Evandro Noro Fernandes

Centro Universitário Senac – Santo Amaro

Engenharia Ambiental e Sanitária

{catia.engenhariaambiental@gmail.com, enoro@humanizarca.com}

**Resumo.** Dentre as ações antropogênicas realizadas para atender as necessidades de uso e ocupação de solo e de saneamento básico à população, é imprescindível considerar a gestão e descarte adequado dos resíduos sólidos, pois pode comprometer a saúde e qualidade de vida do entorno. Há tecnologias que extraem matéria prima de resíduos que seriam descartados, como o biogás, gerado por meio do processo de degradação de matéria orgânica. Visando analisar a viabilidade técnica da implantação de biodigestor em locais ocupados com alta produção de material orgânico, foi realizado um estudo de caso em Hortolândia, abarcando a identificação e caracterização do município e habitantes, bem como dos resíduos sólidos gerados, por meio de coletas empíricas de amostras. Como resultado, observou-se que a implantação de biodigestor é viável para geração de biogás como energia alternativa às fontes tradicionais, contribuindo para melhorias para a população, como a geração de emprego, minimização de descarte de matéria orgânica em aterros sanitários e estabelecimento de políticas públicas integradas e participativas no município.

**Palavras-chave:** Biogás, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, Geração de Renda, Energia alternativa.

**Abstract.** *Among the anthropogenic actions taken to meet the requirements of use and soil occupation and sanitation to the population, it is essential to consider the management and proper disposal of solid residues, because it can compromise the health and life quality of the surroundings people. There are technologies that extract solid residues stock that would be discard, as the biogas, generated by the organic matter degradation process. To analyze the technical feasibility of bio digester deployment in places occupied with high production of organic material, was made a study case conducted in Hortolândia, covering the identification and characterization of the city and townspeople, as well as solid residues generated through empirical collections samples. As a result, it was observe that the digester deployment is feasible to generate biogas as an alternative energy to traditional sources, contributing to improvements for the population, such as employment generation, disposal minimization of organic matter in landfills and establishing policies integrated and participatory public in the city.*

**Key words:** Biogas, Clean Development Mechanism, Income Generation, Alternative Energy.

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística  
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 6 no 1 – novembro de 2016, São Paulo: Centro Universitário Senac  
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: [revistaic@sp.senac.br](mailto:revistaic@sp.senac.br)

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

## 1. Introdução

A preocupação com os problemas ambientais e, sobretudo com os recursos naturais finitos, tornou-se relevante para a sociedade nos últimos anos. Neste cenário, os resíduos sólidos constituíram-se em objetos de atenção diante de seu considerável aumento, em especial, nas grandes cidades. Em média, o brasileiro produz diariamente 1,062 quilo de resíduo sólido (IBGE, 2010). Somente em 2014, os resíduos sólidos representaram cerca de 78,6 milhões de toneladas, com aumento de cerca de 3% em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2015).

A região sudeste, que se apresenta como a mais populosa do país concentrando mais de 50% do PIB, é também responsável pela geração de 50% dos resíduos sólidos. Representa a maior proporção de geração de resíduos em relação ao crescimento de população, quando comparada às demais regiões. A cidade de São Paulo, cuja população é de cerca de 12 milhões de habitantes (IBGE, 2010), há geração de aproximadamente 12 mil toneladas diárias de resíduos, sendo 75% de origem domiciliar, cujo descarte final é realizado em aterros e lixões, em sua maioria.

O aumento da geração de resíduos resulta do atual modelo de produção e consumo em massa, estimulado, em boa parte, pelo marketing e meios de comunicação. Esse consumo é também impulsionado por uma ideia difundida sobre a necessidade de consumo, tornando-se um modo de vida, de maneira desenfreada. Esse contexto influencia a extração crescente de recursos naturais para suprir as demandas produtivas (BAUMAN, 2005). Esse modelo de consumo excessivo, que fragiliza o desenvolvimento a longo prazo, evidencia a necessidade de refletir sobre o processo de produção (IBGE, 2014).

A expansão urbana das áreas centralizadas para seu entorno pode favorecer a acessibilidade às diversas necessidades básicas, como transporte e saneamento. Entretanto, o acúmulo de habitantes em determinadas regiões pode influenciar significativamente as condições naturais de um local, em função das adaptações antropogênicas tanto em relação ao uso de solo quanto à disponibilização de saneamento básico à população, como tratamento e destinação de resíduos sólidos.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a relação entre a geração de matéria orgânica e suas características com as condições socioambientais da população do município de Hortolândia, de modo a indicar os melhores pontos de implantação de biodigestores na região, como alternativa à geração de biogás, podendo ser utilizada como mecanismo de desenvolvimento limpo. Consequentemente, a proposta visa promover a saúde, qualidade de vida, do meio ambiente e o desenvolvimento socioeconômico dos moradores, visto que prioriza a gestão compartilhada dos resíduos orgânicos.

## 2. Materiais e Métodos

A metodologia de pesquisa foi dividida de acordo com as seguintes etapas:

### **Primeira Etapa: Levantamento de Dados Secundários**

Realização de pesquisas em dados secundários, sobre o uso do biodigestor como alternativa de geração de biogás, possibilidade de geração de renda, desenvolvimento local e inclusão como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

### **Segunda Etapa: Diagnóstico dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos do Município**

Foi realizado um diagnóstico dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos do Município, considerando as etapas de acondicionamento, coleta, triagem, transbordo, transporte, tratamento e destinação final. Os dados foram obtidos por

meio de grupos organizados e entidades representativas dos setores econômicos, sociais e organizações formais do município, em audiências públicas e reuniões, modelo que converge com a gestão compartilhada dos resíduos. Os indicadores foram tabulados e possibilitou a avaliação de eficiência e qualidade dos serviços da empresa terceirizada responsável pelos serviços de limpeza do município.

### **Terceira Etapa: Caracterização do Município e seus Resíduos Sólidos Domiciliares**

Para a caracterização dos resíduos domiciliares, foram realizadas coletas de amostras empiricamente em distintas regiões do município pertencentes às Regionais Administrativas – incluindo bairros, área central, bairros residenciais de produção operária, de classe média e média-alta, no período de 26/01 a 10/02/2015. Os locais de coleta foram definidos por meio da elaboração de um mapa principal, a partir da sobreposição do mapa de vulnerabilidade elaborado pela Fundação Seade e o da coleta com a divisão de setores elaborado pela empresa terceirizada e responsável pela coleta do município, contemplando, aproximadamente, 6% dos locais da produção de resíduos por cada grupo de vulnerabilidade

As coletas foram divididas por 11 setores diários, sendo seis no período matutino e cinco no período noturno, distribuídas em dois grupos, conforme abaixo:

- Grupo 1: segunda, quarta e sexta-feira;
- Grupo 2: terça, quinta e sábado.

As amostras foram acondicionadas em veículos com carroceira e transportadas até o galpão empresa terceirizada, responsável pela coleta dos resíduos domiciliares do município. Foram pesadas para obtenção de seus pesos específicos, de acordo com as seguintes etapas: a) o material foi despejado sobre uma lona, triado e separado por categoria; b) foi realizada a quantificação. Com o peso dos diversos componentes, foram realizados cálculos de percentual e média geral ponderada de cada material.

Com o intuito de caracterizar a produção de resíduos e correlaciona-la às especificidades de cada região, foram considerados os dados do Índice de Vulnerabilidade Paulista. A composição gravimétrica dos resíduos domiciliares urbanos gerados, *per capita* e por grupo de vulnerabilidade, foi obtida por meio da equação 1, onde: g = geração nos pontos de coleta de amostragem; Y= média de geração/ponto de coleta; P = geração per capita; o somatório das médias de geração foi dividido por 14 (representando os dias de coleta das amostras); o valor resultante, foi dividido pela média de habitantes por residência, culminando na geração por indivíduo.

$$\bar{g}_{1,2,3 \dots n} = y, \frac{\sum y}{14} = P$$

Equação (1)

Para a obtenção da geração *per capita* geral (G) do município, foi utilizada a equação 2, onde: P = geração per capita e R= representatividade (em %) de cada grupo dentro do município:

$$\sum P.R = G$$

Equação (2)

Por fim, identificou-se a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos por região do município e sugeriu-se pontos de implantação de biodigestores para o tratamento dos resíduos classificados como matéria orgânica.

### 3. Resultados Obtidos

#### Cenário dos Resíduos e a Utilização do Biodigestor como Alternativa à Geração de Energia

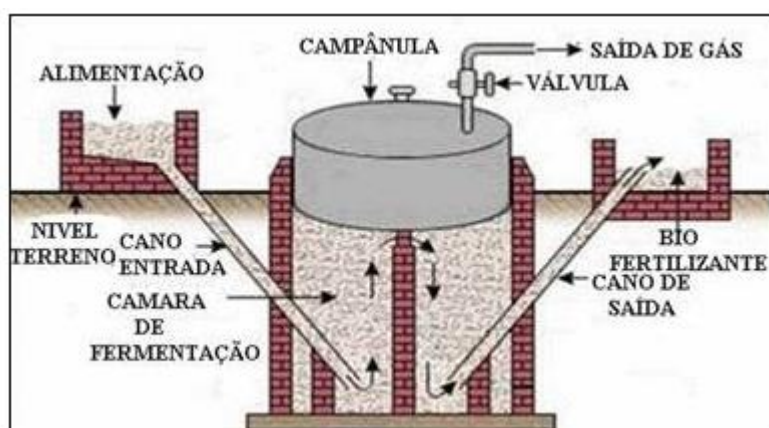
Milhares de toneladas de resíduos são gerados no país e, grande parte, descartados de forma irregular. Somente no ano de 2014, a geração total de Resíduos Sólidos Urbanos no país foi de, aproximadamente, 78,6 milhões de toneladas, representando 2,9% de aumento da geração de resíduos em comparação com 2013 (ALBREPE, 2014). Este aumento pode ser justificado com o crescimento populacional bem como o perfil de consumo, que implica em aumento de extração de matéria prima (BAUMAN, 2005).

Visando a relevância do assunto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), editada pela Lei nº 12.305 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de agosto de 2010 foi aprovada, após anos de estudo. A lei estabelece a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas, e agentes envolvidos no processo produtivo e comercialização - corresponsáveis pela destinação dos rejeitos - bem como à sociedade em seu gerenciamento.

Destaca e consolida conceitos como: princípios da prevenção e precaução, poluidor-pagador, ecoeficiência, responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, reconhecimento do resíduo como bem econômico e de valor social, direito à informação e controle social, logística reversa, diferenciação entre resíduo e rejeito e classificação em função do grau de risco de contaminação. Reforça e estimula a redução, reutilização e reciclagem dos materiais de maneira participativa, o que inclui a tecnologia de biodigestores, que podem ser considerados como alternativa de tratamento à matéria orgânica e fonte de energia.

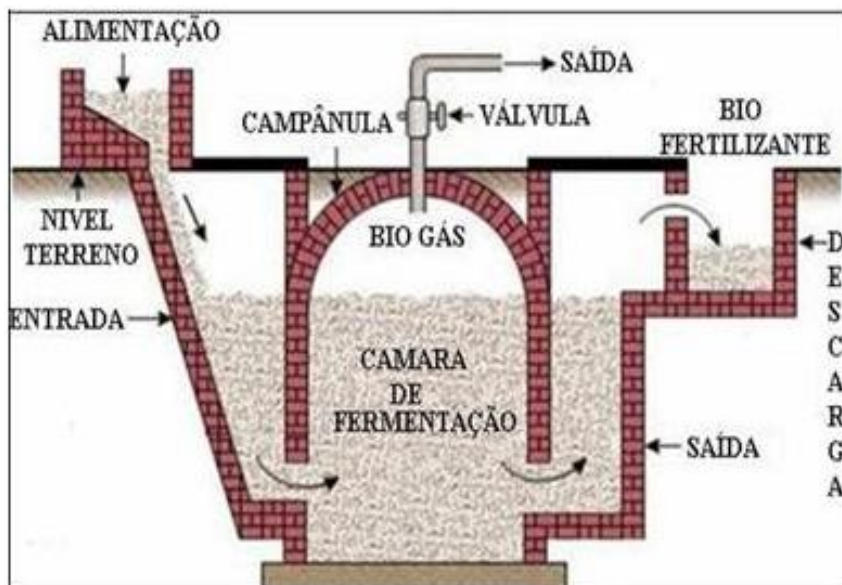
O biodigestor é constituído por uma câmara fechada, em que os materiais orgânicos são fermentados anaerobicamente, resultando em biogás. Os modelos mais conhecidos são o Indiano (com campânula funcionando como gasômetro, em que o gás é retido e pode ser direcionado para seu destino final) e o Chinês (com câmara cilíndrica para fermentação e teto em formato de abóbada, em que o gás é retido), exemplificados nas figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1 – Modelo Indiano de Biodigestor



Fonte: FURTADO et al., s/d

Figura 2 – Modelo Chinês de Biodigestor



Fonte: FURTADO et al., s/d

Os principais elementos utilizados como matéria prima para o biodigestor são: restos orgânicos, biomassa, excrementos (bovino, suíno, equino, etc.), folhagem e gramas, plantas como aguapé, baronesa, etc., sobras de rações, frutas, alimentos, cascas de cereais e esgotos residenciais (FURTADO et al., s/d).

Geralmente, a composição do biogás é de: 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de mistura de hidrogênio, nitrogênio, ácido sulfídrico, amônia, monóxido de carbono, oxigênio e aminas voláteis. Seu poder calorífico depende da quantidade de metano existente (PRATI, 2010). A tabela 1 apresenta um breve resumo desta composição:

Tabela 1 – Composição do Biogás

Gás	Símbolo	Concentração no biogás(%)
Metano	CH <sub>4</sub>	50-80
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	20-40
Hidrogênio	H <sub>2</sub>	1-3
Nitrogênio	N <sub>2</sub>	0,5-3
Gás Sulfídrico e outros	H <sub>2</sub> S, CO, NH <sub>3</sub>	1-5

Fonte: COLDEBELLA, A. et al., 2006

A geração de biogás decorre, principalmente, do metano que, quando puro em condições normais (PTN), com pressão de 1 atm e 0° de temperatura, possui o poder calorífico inferior (PCI) de 9,9 kWh/m<sup>3</sup>. Para biogás com teor de metano entre 50 e 80%, o PCI será em torno de 4,95 e 7,92 kWh/m<sup>3</sup> (Coldebella, A. et al., 2006).

Ressalta-se que a eficiência na geração do biogás está correlacionada à sua composição inicial e da massa de matéria orgânica inclusa no processo. Por ser um subproduto da biodigestão, a geração do biogás é de cerca de 4 a 7% do peso da matéria orgânica utilizada no processo (OLIVEIRA, 2009).

A produção do biogás é possível em função da atividade das bactérias que fermentam os materiais orgânicos, bem como o controle das etapas que ocorrem no interior dos biodigestores, portanto, trata-se de um processo controlado e permite eventuais ajustes operacionais para melhorias na produção do biogás, se necessário.

Na tabela 2 está relacionada a equivalência energética de 1 m<sup>3</sup> de biogás em comparação à outras fontes de energia, de acordo com alguns autores:

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística - Vol. 6 nº 1 - novembro de 2016  
**Edição Temática em Sustentabilidade**

**Tabela 2 – Equivalência Energética entre o Biogás e outras Fontes Energéticas**

Energético	Ferraz&Mariel (1980)	Sganzerla (1983)	Nogueira (1986)	Santos (2000)
Gasolina (L)	0,61	0,613	0,61	0,6
Querosene(L)	0,58	0,579	0,62	-
Diesel (L)	0,55	0,553	0,55	0,6
GLP (kg)	0,45	0,454	1,43	-
Álcool (L)	-	0,79	0,80	-
Carvão M. (kg)	-	0,735	0,74	-
Lenha (kg)	-	1,538	3,5	1,6
Elettricidade (kWh)	1,43	1,428	-	6,5

**Fonte: Coldebella, A. et al., 2006**

Além da produção de biogás, o biodigestor minimiza a quantidade de matéria orgânica que seria descartada, contribuindo para a vida útil dos aterros sanitários e pode ser considerado como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, haja vista sua geração energética limpa em substituição às fontes petrolíferas. Pode ser implantado em diversos locais, mediante estudo de viabilidade (TURDERA, 2016).

### **Caracterização Geral do Município**

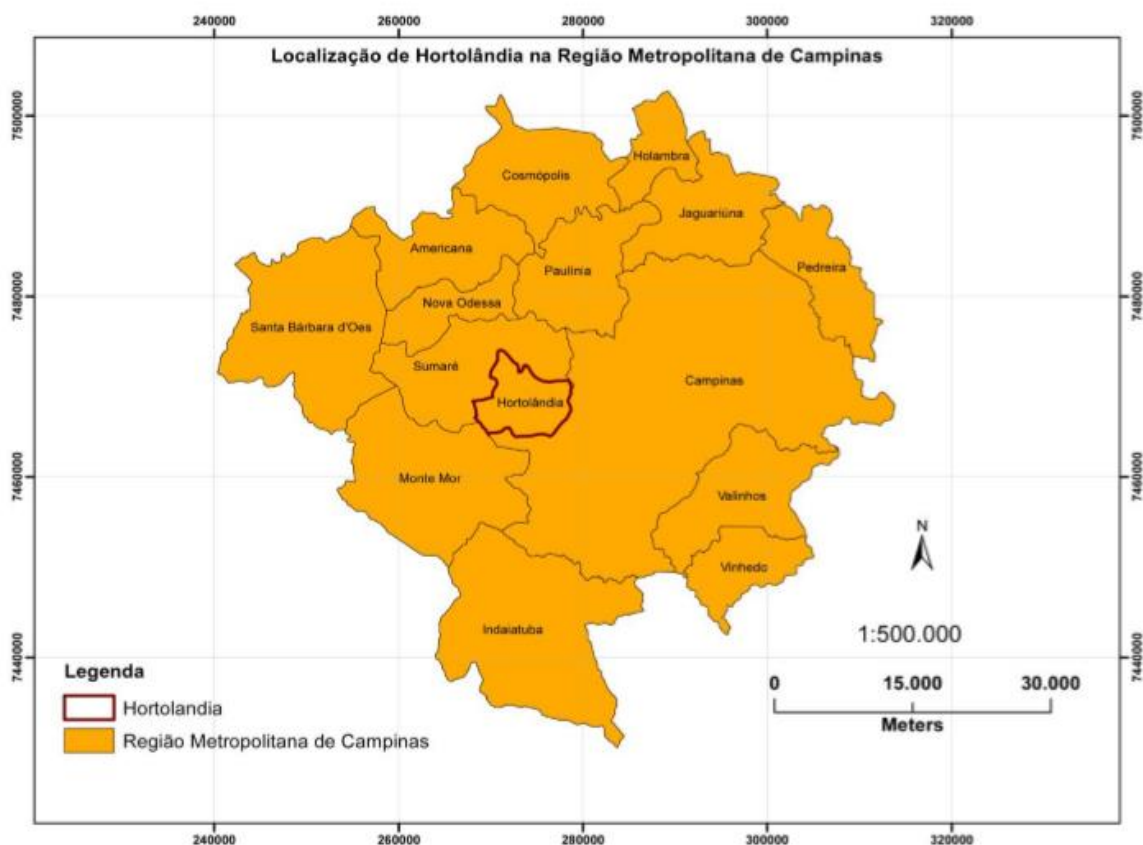
O município de Hortolândia integra a Região Geográfica Sudeste, Unidade da Federação São Paulo, que se localiza a noroeste da capital (cuja distância é de aproximadamente 115 km). O município pertence a Região Metropolitana de Campinas, localizando-se nas coordenadas: 22º 52' 12,17" de latitude Sul e 47º 13' 05,55 de longitude Oeste, com a altitude média do seu território na faixa de 587m acima do nível do mar (figura 3).

O território oficial de Hortolândia é de 62,224 km<sup>2</sup>. Em 2015 o IBGE estimou a população do município em 215.819 habitantes, constando uma densidade demográfica de 3.270,99 hab./km<sup>2</sup> e uma taxa de urbanização de 100%. Essas características fazem o município se destacar na rede urbana paulista, ocupando a 40ª posição no ranking de municípios mais populosos do estado e a 5ª na região Metropolitana de Campinas.

A logística de Hortolândia é privilegiada. O município é ligado a importantes rodovias como: Anhanguera, dos Bandeirantes e Dom Pedro I, além do Aeroporto de Viracopos em Campinas, há 14 km e da presença de importantes centros universitários na região, que contribuem para o desenvolvimento de Hortolândia. Com a emancipação recente, datada em 19 de maio de 1991, a cidade está atraindo grandes organizações industriais que fazem o Produto Interno Bruto (PIB) ser o quinto maior da Região Metropolitana de Campinas, o 27º maior do estado de São Paulo e o 89º de todo o país.



**Figura 3 – Localização do Município de Hortolândia**



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
DATUM VERTICAL: IMBITUBA - S. CATARINA  
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000  
Fonte: adaptado de IBGE (1999).

**Fonte: Adaptado de IBGE (1999).**

## Dados Socioeconômicos

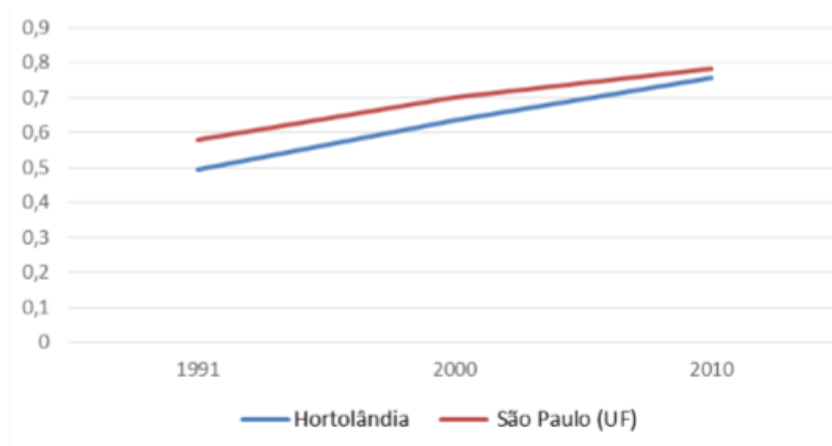
Com relação às tendências de perfil socioeconômico da população local, as evoluções de IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) e PIB (Produto Interno Bruto), juntamente com senso demográfico de acordo com o IPVS (Índice Paulista de Vulnerabilidade Social), podem ser observados na tabela 3 e na figura 4, a seguir.

**Tabela 3 – IDH: Comparação entre Hortolândia e o Estado de São Paulo**

IDH	Hortolândia	São Paulo (UF)
1991	0,493	0,578
2000	0,636	0,702
2010	0,756	0,783

Fonte: Adaptado da Fundação SEADE.

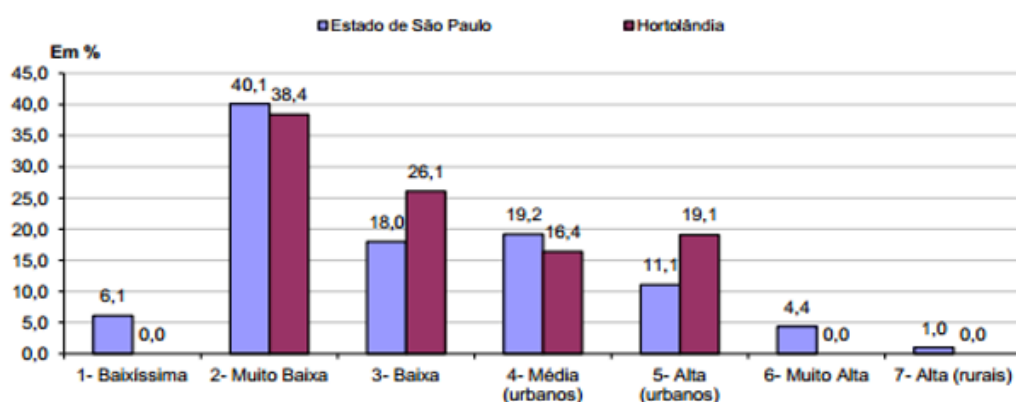
**Figura 4 – Evolução de IDH: Comparação Entre Hortolândia e o Estado de São Paulo**



Fonte: Adaptado de PNUD.

A figura 5 apresenta informações gerais de cada um dos grupos de vulnerabilidade socioeconômica, conforme metodologia da Fundação Seade. Destaca-se que os dados se referem a 2010.

**Figura 5 – Comparação Do Censo Demográfico Por Grupo De Vulnerabilidade Entre Hortolândia E São Paulo**



Fonte: Adaptado de IBGE, Censo Demográfico, Fundação SEADE.

Para este estudo, foram adaptadas as informações sobre vulnerabilidade social do Município, produzidas pela fundação SEADE, baseadas em dados censitários do IBGE de 2010 (tabela 4), e estabeleceu-se a divisão entre os grupos 2, 3, 4 e 5, de acordo com o resumo de caracterização abaixo:

**Tabela 4 – Resumo Sobre A Vulnerabilidade Social Dos Moradores De Hortolândia**

Grupo	Vulnerabilidade	Total de pessoas	% em relação ao total	Rendimento médio dos domicílios	% de domicílios com rendimento inferior a meio salário mínimo per capita	Idade Média dos responsáveis pelo domicílio	% de moradores com menos de 30 anos	% de mulheres chefes de família com até 30 anos	% de crianças com menos de 6 anos
2	Muito baixa	71.259	38,4%	R\$ 2.280	11,0%	46	12,1%	10,7%	7,4%
3	Baixa	48.547	26,1%	R\$ 1.962	13,9%	42	20,0%	22,8%	8,9%
4	Média (setores urbanos)	30.506	16,4%	R\$ 1.604	20,8%	45	13,7%	10,0%	8,9%
5	Alta (setores urbanos)	35.394	19,1%	R\$ 1.426	27,9%	41	21,5%	23,1%	10,8%

**Fonte: Autores**

Para aprimorar a representatividade dos dados em relação à realidade, o dado censitário de 2010 foi projetado, considerando o crescimento populacional do município para 2014, culminando em um total de 212.527 habitantes. Para que não houvesse desvios em relação aos grupos de vulnerabilidade, foi atribuído o mesmo percentual para todos os grupos. O resultado da extrapolação é representado pela tabela 5, cujo grupo 2 apresenta o maior número de habitantes e o 4, o menor.

**Tabela 5 – Extrapolação da População por Grupo de Vulnerabilidade**

	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
População	81.558	55.547	34.905	40.517

**Fonte: Autores**

A divisão por grupo de vulnerabilidade é importante para viabilizar a análise assertiva do local de implantação do biodigestor. Nesta análise é importante considerar como local central o de maior raio de abrangência em relação aos grupos cuja geração de matéria orgânica seja mais representativa, visando a minimização de gastos com logística para transporte destes resíduos.

Além disso, a avaliação do local de implantação de técnicas como biodigestor é fundamental para evidenciar eventuais aspectos e impactos que serão inerentes à atividade, tais como a necessidade de promover esclarecimentos à população, possibilidade de geração de renda e desenvolvimento local, dentre outros.

### **Resíduos Sólidos do Município**

Hortolândia integra o Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos da região metropolitana de Campinas, composto por oito municípios: Hortolândia, Sumaré, Americana, Nova Odessa, Santa Bárbara, Elias Fausto, Capivari e Monte Mor. Em 2010 foi elaborado o Plano Integrado de Gerenciamento Resíduos Sólidos, adequado pela equipe técnica, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305/2010).

Os custos operacionais destinados ao transporte e descarte dos resíduos domiciliares de Hortolândia correspondem a aproximadamente, 10% do total da arrecadação do município. De acordo com as médias apresentadas em 2015 pela Secretaria de

Serviços Urbanos, o custo mensal para transporte e destinação final dos resíduos domiciliares, por tonelada, representam R\$ 1.633,85 e R\$ 4.445,61, respectivamente.

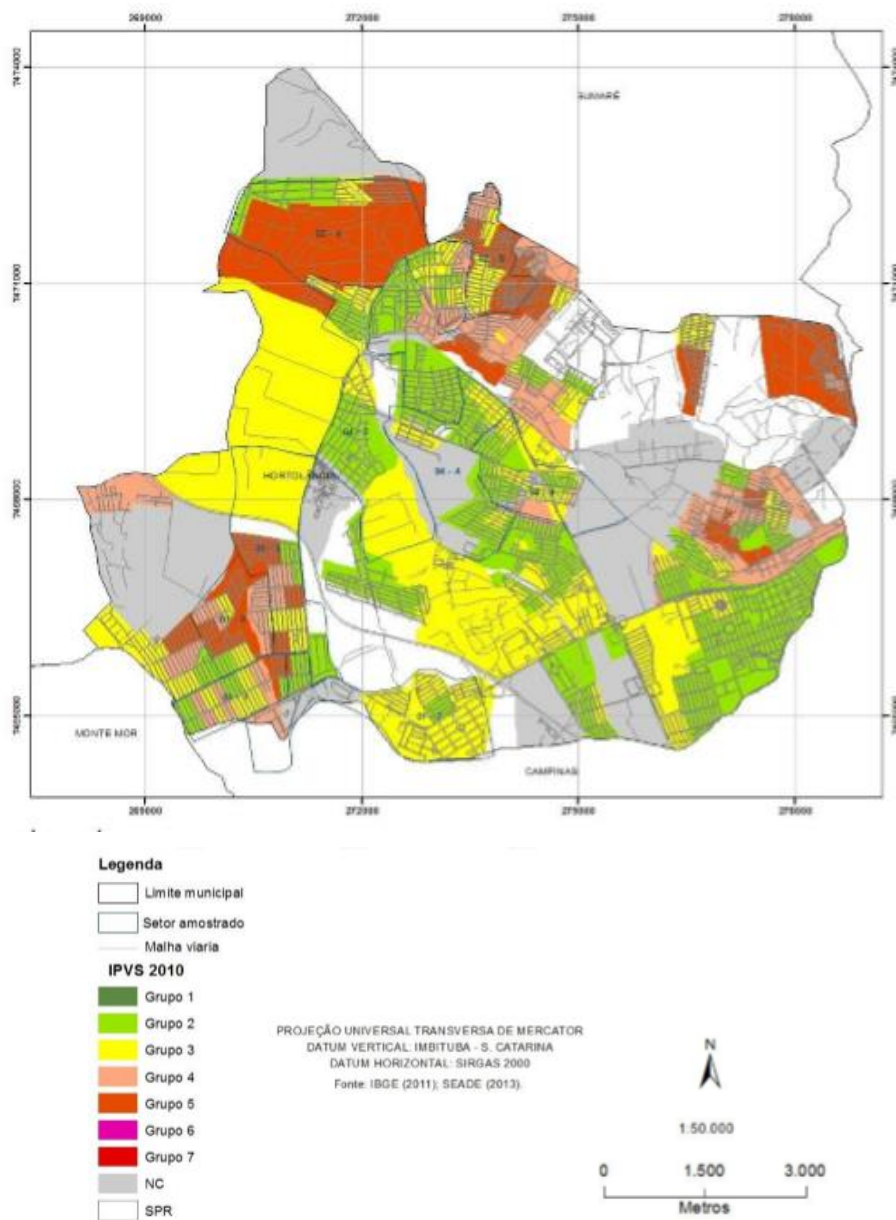
A coleta de lixo domiciliar é realizada por empresa terceirizada contratada pelo município. Há divisão entre cinco regionais, com uma média de 22,2 bairros em cada. Na prática, a atividade é dividida entre setores de acordo com rotas estabelecidas por proximidade, em coletas diurnas e noturnas, de segunda a sábado. Há Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) que dispõem de dois caminhões exclusivos que coletam o material e encaminham à cooperativa.

Os resíduos coletados que não são atendidos pelas unidades de transbordo de Hortolândia, cerca de 50.796 toneladas/ano, são destinados e dispostos em um aterro sanitário licenciado e localizado no município de Paulínia. Os resíduos de saúde também são coletados pela mesma empresa, gerando 240 toneladas/ano, destinadas para empresa licenciada em Mogi Mirim.

Além disso, há uma cooperativa que atende ao processamento de 33 toneladas/mês, quantidade que tende a aumentar em função do funcionamento de todos os PEV's que estão em fase de implantação. A cooperativa tem capacidade de atender 11 bairros em sua totalidade e 5 bairros parcialmente, atualmente.

Para integrar as informações em relação os grupos de vulnerabilidade do município, sua distribuição espacial e os setores de coleta, foi gerado um mapa no *ArcGis* (Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), *Datum* horizontal SIRGAS 2000 e *Datum* vertical Imbituba Santa Catarina), incluindo os setores amostrados (ou seja, em que foram coletadas as amostras de resíduo domiciliar para este estudo), representada pela figura 6.

**Figura 6 – Índice Paulista de Vulnerabilidade Social e Pontos de Coleta de Amostras em Hortolândia**



**Fonte: Autores**

### **Caracterização dos Resíduos Sólidos do Município**

A composição gravimétrica foi obtida a partir da coleta de aproximadamente 6% de amostras de resíduos domiciliares por grupo de vulnerabilidade de 2 a 5, de acordo com os dados da Fundação Seade, como segue:

- 1386 amostras para o grupo de vulnerabilidade 2;
- 871 para o grupo 3;
- 595 para o grupo 4;
- 676 para o grupo 5.

O grupo 2, de vulnerabilidade muito baixa, teve o maior número de amostras coletadas e segregadas, pois detém 38,4% da população de Hortolândia. Já o grupo 4,

de vulnerabilidade média, representa cerca de 16,4 % da população e assim foi o grupo que foi coletado o menor número de amostras.

A tabela 6 apresenta a relação de material segregado em cada um dos grupos de vulnerabilidade, em kg, o número de amostras coletas e a média de habitantes nas residências:

**Tabela 6 – Produção de Resíduos nas Áreas de Amostragem**

PRODUÇÃO DE RESÍDUOS NAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM				
	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Amostragem (≈ 6%)	5433,5 kg	3599,5 kg	2751 kg	3005 kg
Residências coletadas	1386	871	595	676
Média de pessoas/residência	3,3	3,3	3,5	3,6
Média de resíduos/residência	3,9 kg	4,1 kg	4,6 kg	4,4 kg
Produção de resíduos per capita	0,701	0,752069	0,6966	0,643

**Fonte: Autores**

Observa-se que a média de pessoas por residência no grupo de vulnerabilidade 5 é a maior e a geração de resíduos domiciliares mais significativa refere-se ao grupo de vulnerabilidade 2.

A triagem e pesagem do material seguiu a seguinte classificação para os resíduos: material orgânico (M.O), plástico, papel, vidro, metal, isopor, fármacos, tecidos e outros (neste grupo, foram considerados os materiais em menores quantidades. A tabela 7 apresenta as quantidades de resíduos segregados em cada um dos grupos e as respectivas classificações por tipo de resíduo encontrado nas amostras (pesagens relativas, em Kg):

**Tabela 7 – Quantidade de Resíduo Segregado por Grupo de Vulnerabilidade**

GRAVIMETRIA / VULNERABILIDADE				
Parcela em kg	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta
M.O.	3488,79	2436,17	1659,81	1731,03
Rejeito	601,71	278,83	459,19	399,47
Plástico	446,50	238,00	162,00	250,00
Papel	473,00	309,50	194,00	269,00
Vidro	86,00	66,50	30,00	58,50
Metal	53,50	23,50	18,50	35,00
Isopor	22,00	13,50	15,50	9,00
Fármacos	5,00	9,50	5,50	6,00
Tecidos	155,00	143,00	100,00	131,50
Outros**	102,00	81,00	106,00	115,50
<b>Total</b>	<b>5433,50</b>	<b>3599,50</b>	<b>2750,50</b>	<b>3005,00</b>

**Fonte: Autores**

De acordo com os dados, é possível observar que a maioria dos resíduos domésticos produzidos pode ser classificado como material orgânico, independentemente do grupo de vulnerabilidade, representando cerca de 9.300 kg. Já os materiais recicláveis, encontram-se em menores proporções.

Após a segregação dos resíduos, foram calculados os percentuais de cada tipo de resíduos segregados em relação à massa total coletada (tabela 8). Destaca-se a relevante diferença na geração de matéria orgânica no grupo 5, inferior aos percentuais obtidos nos demais grupos:

**Tabela 8 – Percentual de Resíduo Segregado por Grupo de Vulnerabilidade**

GRAVIMETRIA / VULNERABILIDADE				
Parcela em %	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta
M.O.	64,21	<b>67,68</b>	60,35	57,61
Rejeito	11,07	7,75	16,69	13,29
Plástico	8,22	6,61	5,89	8,32
Papel	8,71	8,60	7,05	8,95
Vidro	1,58	1,85	1,09	1,95
Metal	0,98	0,65	0,67	1,16
Isopor	0,40	0,38	0,56	0,30
Fármacos	0,09	0,26	0,20	0,20
Tecidos	2,85	3,97	3,64	4,38
Outros**	1,88	2,25	3,85	3,84
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autores

A média de resíduos produzidos para cada um dos grupos varia de 3,9 kg por residência (sendo o menor percentual no grupo 2, que representa 38,40% do total de residências do município), à 4,6 kg (no grupo 4, que representa 16,40 % das residências totais). A produção de resíduo por grama, *per capita*/dia nos grupos 2, 3 e 5 é de 701 e 752 e 643, respectivamente. Extrapolando esses dados para a população total do município e considerando que a produção de resíduo domiciliar per capita seja de 703 gramas, pode-se projetar a geração de resíduos de médio a longo prazo, de acordo com as tabelas 9 e a figura 7, respectivamente:

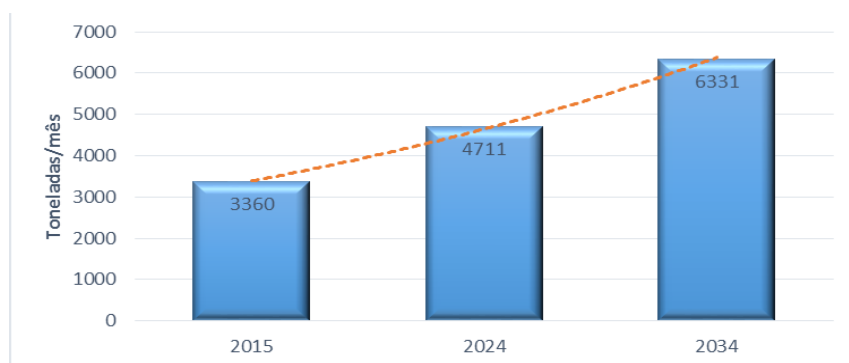
**Tabela 9 – Projeção de Produção de Resíduos no Município de Hortolândia:**

Ano	População	Geração de resíduo (t/mês)	PRODUÇÃO DE RESÍDUOS TOTAL (T/MÊS)								
			M.O.	Plástico	Papel	Vidro	Metal	Isopor	Fármacos	Tecidos	Outros**
2015	203706	4500	3360	327	375	68	37	17	8	156	121
2024	285619	6310	4711	458	525	96	52	24	11	219	170
2034	383847	8479	6331	616	706	129	70	32	15	294	229

Fonte: Autores

De acordo com as extrapolações, o material orgânico residencial representará 75% de todo o material gerado no município. Este indicador é fundamental para prospecção do uso de biodigestor para geração de biogás para a região.

**Figura 7 – Representação Gráfica da Projeção de Produção de Resíduos no Município de Hortolândia**

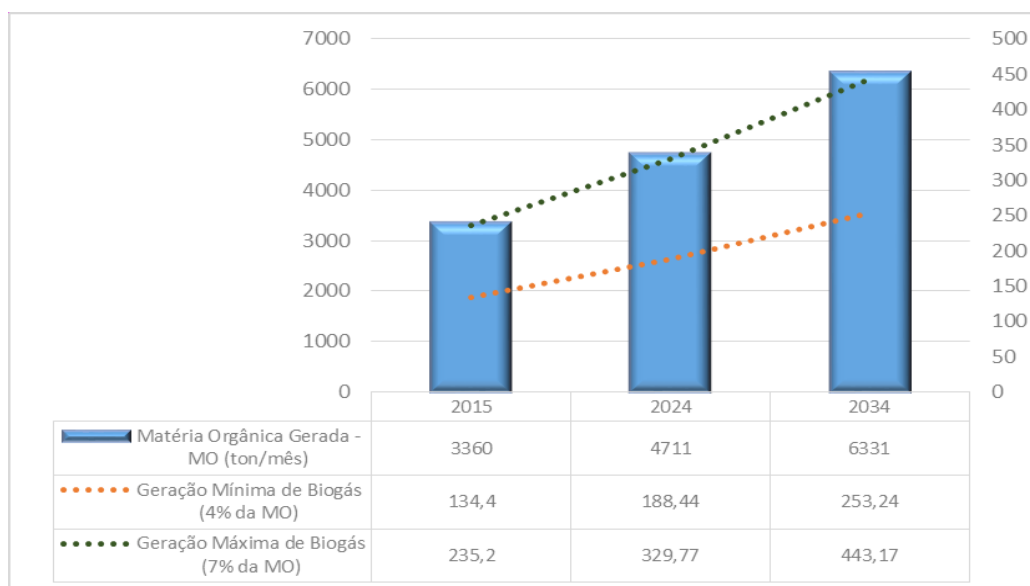


**Fonte: Autores**

O gráfico acima apresenta a tendência de crescimento de geração de matéria orgânica em Hortolândia, exponencialmente. De acordo com os dados obtidos, a geração em 2034 será de, aproximadamente, 88% superior à geração de 2015. Ressalta-se que os dados referentes a geração de material orgânico são fundamentais para validar a possibilidade de implantação de biodigestor na região.

A figura 8 apresenta, graficamente, a capacidade de geração de biogás - adotada da literatura de no mínimo 4% e de no máximo 7% (dado adotado da literatura), da quantidade de matéria orgânica gerada - comparada à quantidade projetada de geração de matéria orgânica do município. Observa-se que há prospecção em relação a produção de matéria orgânica, matéria prima para a produção do biogás no município.

**Figura 8 – Representação Gráfica da Projeção de Produção de Resíduos no Município de Hortolândia em Relação a Quantidade de Biogás Gerada**



**Fonte: Autores**

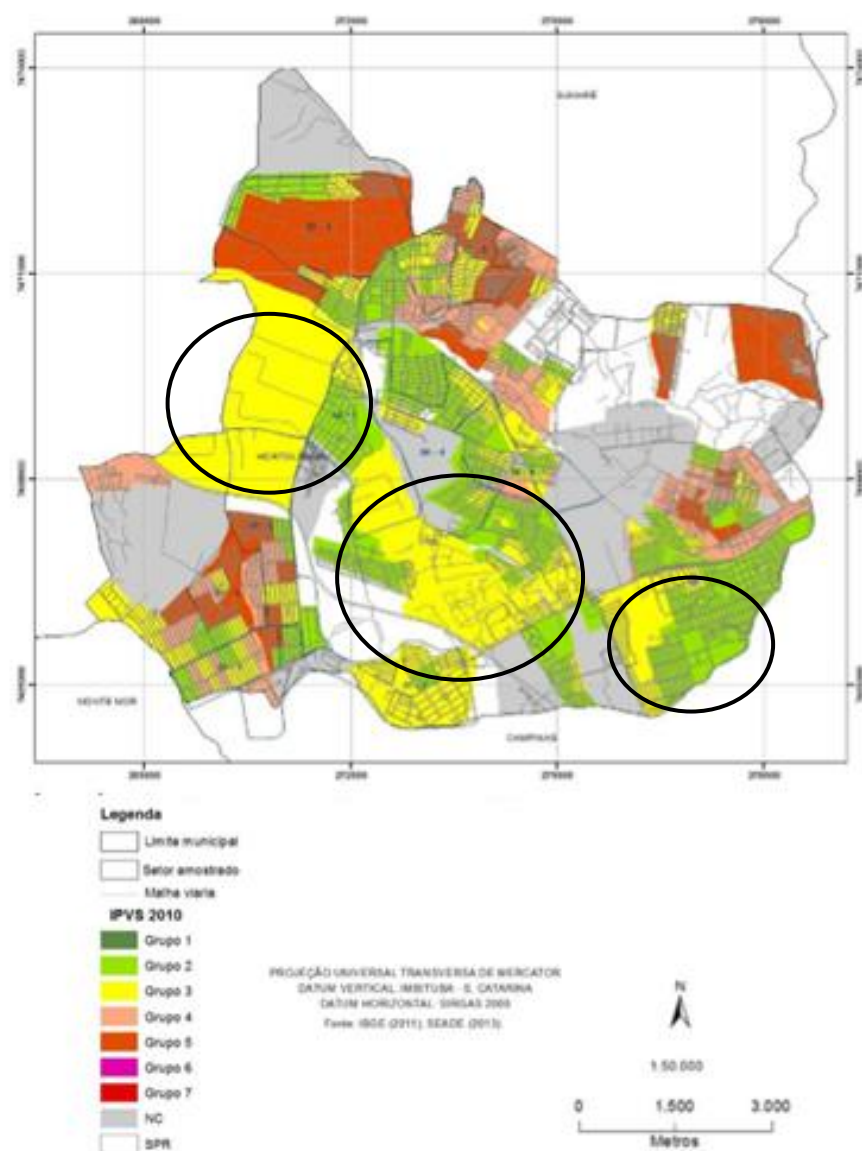


## VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTOR PARA GERAÇÃO DE BIOGÁS EM HORTOLÂNDIA

Com base nos dados empíricos obtidos e na revisão bibliográfica realizada, há viabilidade de implantação de biodigestor em Hortolândia, visto que dentre as diversas fontes de energia, utiliza os resíduos orgânicos devido seu grande potencial de geração de metano e vazão de biogás em função dos nutrientes dos microrganismos presentes: carbono, nitrogênio e sais orgânicos.

A implantação deste equipamento deverá estar alinhada às necessidades da região e, preferencialmente, próxima às classes que mais geram resíduo orgânico, visando a minimização de custos com a logística desses materiais. Desta forma, destaca-se na figura 9 os possíveis pontos de implantação, considerando a produtividade dos materiais orgânicos da região:

**Figura 9 – Possíveis Pontos de Implantação de Biodigestores no Município de Hortolândia**



**Fonte: Autores**

Para a sugestão dos pontos de coleta demarcados com circunferências em cor preta, foi considerada, basicamente, a concentração de habitantes pertencentes os grupos 2 e 3, que geram maior quantidade de matéria orgânica, de acordo com os dados

empíricos analisados. Sugere-se que, no caso de implantação do biodigestor no município, a análise considere outros fatores igualmente relevantes para a tomada de decisão assertiva, como por exemplo, as especificidades dos pontos de coleta, a legislação pertinente à operação de fontes alternativas de energia, a análise dos possíveis impactos decorrentes da instalação e operação do biodigestor, dentre outros.

Com respaldo técnico e jurídico, o projeto possivelmente promoverá o desenvolvimento local, com geração de renda, minimização da dependência e uso de fontes energéticas convencionais, melhorias nas condições ambientais locais, redução do volume de matéria orgânica destinada aos aterros sanitários e, conseqüentemente, aumento de sua vida útil. Além disso, se documentado de forma que atendas às exigências legais, poderá ser submetido como projeto de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, possibilitando subsídios para concepção e instalação do projeto.

#### **4. Considerações Finais**

A dependência de fontes energéticas não renováveis carece de substituições, visando a utilização de técnicas que minimize os impactos ambientais e contribuam para o desenvolvimento local, tanto econômico quanto socialmente.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo de caso, conclui-se que há viabilidade técnica para a implantação de biodigestor para tratamento do material orgânico de Hortolândia. A implantação do biodigestor poderá contribuir para a melhoria e desenvolvimento local em diversos aspectos, entre eles, estimulará o gerenciamento integrado do resíduo domiciliar e convergirá com as recomendações legais da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Além disso, poderá favorecer a capacitação e geração de emprego aos moradores do local, incluindo melhorias ambientais com a substituição do uso de energia proveniente de fontes convencionais. Há possibilidades de fortalecimento das ações sustentáveis e imagem do município, por meio do uso de seu projeto piloto como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Outro aspecto relevante na implantação do projeto é a minimização da quantidade de resíduos encaminhados aos aterros da região, que pode ser compreendido tanto como ganho ambiental, haja vista a maximização da vida útil do aterro, que receberá uma quantidade reduzida de resíduos bem como possibilidade de capacitação e geração de renda aos moradores do entorno.

No caso de implantação dos biodigestores nas proximidades dos grupos de vulnerabilidade 2 e 3, o projeto culminará em uma logística assertiva, devido ao significativo foco de geração de resíduos e minimização do manuseio dos materiais orgânicos para outros locais de tratamento.

Vale ressaltar que este trabalho tratou de analisar a viabilidade técnica da implantação de um biodigestor no município de Hortolândia, o que não invalida futuros trabalhos de pesquisa com enfoque na viabilidade ambiental e econômica, ampliando a discussão da possibilidade de implantação do projeto.

#### **Referências**

ALBREPE – Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Pública E Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2014**.

São Paulo, 2014.

Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>.

Acesso em: 24 de nov. de 2015.

BAUMAN, Zygmunt. **Vida Líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 2005. 207p.

Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística - Vol. 6 nº 1 - novembro de 2016  
**Edição Temática em Sustentabilidade**

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a lei nº lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 24 de nov. 2015.

BRASIL. **LEI Nº 12.300, de 28 de julho de 2010. Altera o plano de carreira dos servidores do senado federal, instituído pelas resoluções do senado federal n.º 42 e 51, de 1993, e unificado pela Resolução do Senado Federal nº 7, de 2002, convalidada pela lei nº 10.863, de 29 de abril de 2004.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12300.htm)>. Acesso em: 08 de nov. 2013.

COLDEBELLA, Anderson et al. **Viabilidade da Cogeração de Energia Elétrica com Biogás da Bonivocultura de Leite.** VII Encontro De Energia No Meio Rural. Campinas, 2006. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC000000022006000200053&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022006000200053&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em: 08 de nov. 2013.

FURTADO, Gil Dutra et al. **Biodigestor: Explicações Didático Metodológicas Ao Alcance Da Escola Como Público Alvo.** s/d. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=2237>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. **Hortolândia.** Disponível em: <<http://www.saneamentobasico.com.br/portal/index.php/tag/hortolandia/>>. Acesso em: 15 de set. 2014.

SEADE – Fundação Sistema Estadual De Análise De Dados. **Sistema Seade de Projeções Populacionais.** Disponível em: <<https://www.http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/>>. Acesso em: 10 de set. 2014.

SEADE – Fundação Sistema Estadual De Análise De Dados. **Sistema de informações dos Municípios Paulistas.** Disponível em: <<https://www.seade.gov.br/>>. Acesso em: 10 de set. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **População estimada de 2010.** Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br> >. Acesso em: 10 de set. 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE HORTOLÂNDIA. **Conheça Hortolândia.** Disponível em: <<http://www2.hortolandia.sp.gov.br/nossa-cidade/>>. Acesso em: 15 de set. 2013.

TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. **Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de dourados.** 2006, Campinas. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC000000022006000100062&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022006000100062&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em: 07 de jan. 2016.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas de Desenvolvimento Humano 2003.** Disponível em:

<[http://www.pnud.org.br/IDH/Default.aspx?indiceAccordion=1&li=li\\_AtlasMunicipios/](http://www.pnud.org.br/IDH/Default.aspx?indiceAccordion=1&li=li_AtlasMunicipios/)> Acesso em: 15 de set. 2013.

PRATI, Lisandro. **Geração De Energia Elétrica A Partir Do Biogás Gerado Por Biodigestores**. 2010. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2010. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/148>>. Acesso em: 20 de dez. 2015.

OLIVEIRA, Rafael Deléo e. **Geração De Energia Elétrica A Partir Do Biogás Produzido Pela Fermentação Anaeróbia De Dejetos Em Abatedouro E As Possibilidades No Mercado De Carbono**. 2009. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica Com ênfase em Sistemas de Energia e Automação, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce-26042010-091847/?&lang=br>>. Acesso em: 20 de dez. 2015.

ALMEIDA, Cátia Rodrigues; FERNANDES, Evandro Noro. **Estudo da Viabilidade da Implantação de Biodigestor no Município de Hortolândia para Geração de Biogás**. XVII Silubesa – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Londrina, 2016. Disponível em: <<http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EEasyArtigos/Site/Uploads/Evento32/TrabalhosCompletoPDF/III-134.pdf>>.

# **Evolução da Macrometrópole e Possíveis Intervenções na Disponibilidade Hídrica para os Mananciais - RMSP**

*Evolution of Macrometropolis and Possible Interventions in Water Availability for Watersheds – RMSP*

Cátia Rodrigues de Almeida, Benjamim Capellari

Centro Universitário Senac – Santo Amaro

Engenharia Ambiental e Sanitária

{catia.engenhariaambiental@gmail.com, bencapellari@gmail.com}

**Resumo.** O modelo de urbanização e de expansão da Região Metropolitana de São Paulo, foi replicado por outros centros urbanos, culminando na formação da Macrometrópole Paulista. Alterações antrópicas promovidas pela construção civil, promoveram mudanças no uso e ocupação do solo, como: supressão da vegetação, impermeabilização do solo, canalização, assoreamento de recursos hídricos superficiais, alteração dos materiais de superfície, contribuindo para a formação de “ilhas de calor”. Concomitante, o aumento e adensamento da população refletiu no consumo hídrico, denotando a fragilidade da gestão entre demanda e consumo. Este trabalho analisou a relação entre a evolução da RMSP, suas possíveis intervenções no clima regional e na disponibilidade hídrica. Foram realizadas pesquisas bibliográficas, consulta aos dados climatológicos com ênfase na disponibilidade ou ocorrência de água meteórica e em “ilhas de calor”. Verificou-se que a pluviosidade se difere na região estudada e que a escassez hídrica está relacionada ao aumento na demanda do recurso e possíveis negligências administrativas em relação à gestão adequada.

**Palavras-chave:** macrometrópole, mananciais, alterações climáticas, análise rítmica, ilhas de calor.

**Abstract.** *The model of urbanization and expansion of Metropolitan Area of Sao Paulo, has been replicated by other cities, culminating in the formation of Macrometrópole Paulista. Anthropogenic changes introduced by construction, made changes in land use and occupation, such as removal of vegetation, soil waterproofing, plumbing and siltation of surface water resources and alteration of surface materials, contributing to the formation of "heat islands". Concomitantly, the rise and consolidation of the population reflected in water consumption, demonstrating the fragility of the management of demand and consumption. This study analyzed the relationship between the evolution of the RMSP and possible interventions in regional climate and water availability to water sources. Bibliographic research were made off, consultation to the climatological data with emphasis on availability or occurrence of meteoric water and in "Heat islands". It was found that rainfall differs in the studied region and that water scarcity is related to the increase in demand of the resource and possible administrative oversights with regard to proper management.*

**Key words:** *macrometropolis, water sources, climate change, rhythm analysis, heat islands.*

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística  
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 6 no 1 – novembro de 2016, São Paulo: Centro Universitário Senac  
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: [revistaic@sp.senac.br](mailto:revistaic@sp.senac.br)

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

## **1. Introdução**

A ocupação populacional em determinadas regiões pode favorecer a acessibilidade às diversas necessidades básicas, como transporte e saneamento. Entretanto, o acúmulo de habitantes em um determinado local pode influenciar significativamente nas condições naturais de um local, em função de adaptações necessárias tanto em relação ao uso de solo quanto à disponibilização de saneamento básico à população, como abastecimento de água.

A região da Macrometrópole Paulista abriga cerca de 74% da população estadual e 16% total do Brasil. Já a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) abriga 44% da população estadual e aproximadamente 10% do Brasil, com base nos dados do IBGE (2016) e SEADE (2016). Neste cenário, constata-se uma demanda significativa de necessidades básicas, visando a qualidade de vida desta população.

Dentre as necessidades básicas, o abastecimento de água à população é fundamental. Entretanto, nas últimas duas décadas, têm-se discutido veementemente a respeito da crise hídrica, que interfere na qualidade de vida e saneamento básico da população. Há diversos debates que atribuem a responsabilidade da crise hídrica às ações antrópicas e outras, às questões climáticas.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo identificar as possíveis interferências antrópicas na disponibilidade hídrica, por meio de análises dos dados oficiais a respeito da pluviosidade da Região Metropolitana de São Paulo – região que integra a Macrometrópole. Quanto aos objetivos específicos, a proposta dividiu-se em três etapas, a saber: analisar as mudanças no uso e ocupação de solo na Macrometrópole; sistematizar e avaliar os dados climáticos das estações meteorológicas existentes sobre a produção hídrica e analisar a distribuição espacial das precipitações e avaliar possíveis alterações nas últimas 8 décadas, no período de verão.

Vale ressaltar que a região foi escolhida para análise em função da disponibilidade de indicadores de pluviosidade e pela crise hídrica eminente na ocasião. Sabe-se que as condições específicas de cada região interferem na disponibilidade dos recursos hídricos, ou seja, o recorte realizado neste trabalho não

Para tal, foram definidas as seguintes etapas de pesquisas: a) levantamento de dados secundários a fim de avaliar o uso e ocupação de solo na região, nas últimas décadas; b) análise de dados quantitativos sobre a pluviosidade, totalizando 160 estações meteorológicas; e, c) construção de mapas, por meio do modelo estatístico Krigagem, que possibilitou análises a respeito da distribuição espacial das chuvas e sua oscilação nos últimos 80 anos, por década.

## **2. Materiais e Métodos**

A metodologia de pesquisa foi dividida de acordo com as seguintes etapas, alinhadas aos objetivos específicos deste trabalho:

### **Primeira etapa: levantamento de dados secundários**

Para analisar as mudanças no uso e ocupação de solo na Macrometrópole, a partir de artigos científicos publicados, foram realizadas as seguintes etapas: pesquisas bibliográficas sobre a definição, características, dinâmica e expansão urbana na Macrometrópole; entendimento e identificação do ciclo da água; caracterização dos dados referentes ao uso e ocupação de solo da Macrometrópole, embasados em artigos científicos publicados sobre o assunto.

### **Segunda etapa: levantamento de dados primários**

Para sistematizar e avaliar os dados climáticos sobre a produção hídrica na Macrometrópole em relação às estações meteorológicas existentes, foram realizadas as seguintes etapas:

a. Consolidação dos dados pluviométricos disponibilizados pelo INMET, a respeito da produção hídrica na Macrometrópole provenientes das estações meteorológicas, referentes ao período de 1888 até 2014; tabulação e modelagem dos dados obtidos, convertendo-os em indicadores quantitativos e qualitativos.

Para que os dados fossem representativos, foram utilizados os seguintes critérios: verificou-se em qual período haviam mais dados disponíveis sobre as estações meteorológicas. Para tal, foram analisados os resultados de 160 estações e constatou-se que, a partir de 1935, pelo menos 44% dos pontos apresentavam indicadores;

b. Os dados foram divididos em 8 décadas – de 1935 a 2014;

c. Foi realizada média simples dos dados pluviométricos no verão, representando os períodos de alta pluviosidade;

d. Foi utilizada a técnica de Krigagem para avaliar, estatisticamente, os dados pluviométricos obtidos. A metodologia geoestatística é baseada na Teoria das Variáveis Regionalizadas, que utiliza o dado tabular e sua posição geográfica, gerando interpolação, atribuindo pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas mais distantes, culminando em novos pontos com base nas combinações lineares de dados. A variação espacial é quantificada por meio de um semivariograma da dispersão da semivariância em relação à distância dos pontos da amostra, por meio da equação 1.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^s \{Z(x_i) - Z(x_i + h)\}^2$$

equação (1)

Fonte: Macedo et al., 2015

Onde: h = uma distância; n = número de pontos amostrados separados pela distância h;  $\gamma(h)$  = a semivariância para a distância h; s = a quantidade de pares de pontos separados pela distância h; Z(x) = valor da amostra na localidade x; Z(x + h) = valor da amostra na localidade separada da localidade x pela distância h (MACEDO et al., 2015).

### Terceira etapa: construção dos mapas

Para analisar a distribuição espacial das precipitações, a fim de avaliar possíveis alterações nas últimas 8 décadas, no período de verão, foram realizadas as seguintes etapas:

a. análise dos mapas obtidos por meio do *ArcMaps*;

b. discussão dos resultados obtidos por décadas.

## 3. Resultados

### Caracterização da Macrometrópole e da RMSP

A Macrometrópole é formada em decorrência de políticas de desconcentração industrial. Em São Paulo, principalmente após a década de 70, a expansão industrial

para as regiões de Sorocaba, Campinas, Jundiaí, São José dos Campos e Baixada Santista tornou-se mais intensa, originando-se a Macrometrópole Paulista. (Minas Gerais, 2013)

Na Macrometrópole Paulista há 153 municípios e constitui-se por quatro Regiões Metropolitanas (São Paulo, Baixada Santista, Campinas e a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte), 3 aglomerações urbanas e 2 microrregiões. Essa região corresponde a 15% total do Brasil. (Emplasa, 2014)

Na figura 1 estão identificadas as regiões que compõe a Macrometrópole Paulista:

**Figura 1. Mapa da Macrometrópole Paulista**



**Fonte: EMLASA, 2014.**

Com a concentração populacional da Macrometrópole, muitas interferências antropogênicas foram realizadas para atender às necessidades básicas, tais como moradia e locomoção.

Consequentemente, algumas mudanças realizadas, principalmente nas estruturas físicas da região, como o uso, ocupação, impermeabilização do solo e canalização de rios, culminaram em diversos impactos ambientais. (MORCELLI, 2013)

O clima regional é um dos aspectos ambientais mais relevantes cuja influência é significativa à Macrometrópole:

(...) a Região Metropolitana é composta por um mosaico de temperaturas de superfície diferenciadas como o município de São Paulo. Os mesmos fenômenos que caracterizam os mesoclimas urbanos existem em menor escala espalhados por toda a região – ilhas de calor, inversões térmicas localizadas, bolsões de poluição e diferenças locais nos comportamentos dos ventos. (ALVES JUNIOR; SIN, S.A., 2010).

Portanto, o clima regional pode interferir significativamente na Macrometrópole e deve ser analisado a fim de minimizar seus impactos.

### **A climatologia e sua aplicabilidade no diagnóstico de uma determinada área**

O modelo climatológico adotado no Brasil baseia-se no estabelecido pelo professor Sr. Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, que identificou o ritmo do clima no país e contribuiu significativamente para os avanços na área. Para Sant’anna Neto (2008) a análise episódica, em que se fundamenta a Climatologia Geográfica Brasileira, busca explicar a gênese dos processos de natureza atmosférica bem como a relação desses processos, culminando no estudo da “geografia do clima”.

A Análise Rítmica é uma técnica que integra o modelo climatológico e visa individualizar os tipos de tempo atmosféricos e acompanhar seus ritmos, considerando



o monitoramento das medidas observadas por uma estação meteorológica. Os dados coletados pelas estações são reunidos em um relatório do tempo, que contém um almanaque com mapas que relatam os sistemas meteorológicos atuantes na atmosfera, auxiliando os meteorologistas a preverem o tempo.

A técnica é um condicionante indispensável para o conhecimento dos espaços passíveis de planejamento, dada a relevância da compreensão dos padrões climáticos e de suas variações. Portanto, a escassez de dados que favoreçam a compreensão dos ritmos climatológicos de determinado local compromete o planejamento adequado do uso e ocupação de solo respeitando as especificidades da região.

A análise rítmica pode ser aplicada para estudos que possuam o objetivo de compreender a dinâmica da circulação atmosférica de superfície no que concerne aos seus impactos e/ou interações com os aspectos socioambientais pesquisados.

Oliveira (2008) afirma que a compreensão e análise dos sistemas climáticos dependem, categoricamente, do entendimento da atmosfera, da hidrosfera, da criosfera, da superfície terrestre e das coberturas vegetais. Conjuntamente, estes macros elementos devem ser analisados integralmente, considerando que tal sistema evolui ao longo do tempo e, portanto, obtém ritmos (processos) homogêneos e heterogêneos, indicados por padrões de precipitação, de mudanças no albedo (ou reflexão da radiação solar dos diversos ambientes e formas), de aumento do calor ou da dissipação de energia calorífero, aumento ou diminuição de gases-estufa.

Além dos dados meteorológicos é necessário realizar a classificação dos tipos de tempo atuantes para cada dia ou período, essencial para os estudos climatológicos da dinâmica das massas de ar, que podem nortear a tomada de decisão. Assim, a utilização de ferramentas, como as geotecnologias (que permitem a obtenção de imagens de satélite a cada 15 minutos), facilita a identificação do tipo de tempo imperante. Neste contexto, o uso de imagens de satélite e as cartas sinóticas geradas manualmente, como as geradas pela Marinha do Brasil, disponibilizadas em seu site oficial<sup>1</sup>, são facilitadores.

### **A climatologia na macrometrópole**

Há diversos fatores que contribuem para a alteração da climatologia na Macrometrópole. Indicadores como pluviosidade, precipitação e temperaturas, por exemplo, oscilaram significativamente nos últimos anos. Contextualizar cada um destes fenômenos é fundamental para compreender a inter-relação e interferência na disponibilidade hídrica da Macrometrópole.

De maneira generalista, a pluviosidade é um fenômeno meteorológico que consiste na precipitação de água sobre a superfície da Terra num determinado período de tempo. É medida em milímetros, de acordo com o Sistema Internacional de Unidade (um mm equivale a um litro de água de chuva que se acumulou sobre a superfície de uma área em m<sup>2</sup>), por meio de pluviógrafo (basicamente um pluviômetro dotado de dispositivo de registro cronológico contínuo).

A precipitação é importante para o desenvolvimento da vida e é influenciada por características físicas, geológicas e topográficas do local, tais como temperatura, umidade e vento. A topografia influencia no escoamento superficial, cuja velocidade sofre interferências do tipo de relevo existente

---

<sup>1</sup>Cartas sinóticas disponíveis em: <http://www.mar.mil.br>.

A precipitação ocorre através do vapor d'água da atmosfera que se deposita na superfície da terra sob diferentes formas, como chuva, granizo, neve, neblina, orvalho ou geada.

De acordo com o professor Antenor Rodrigues Barbosa Júnior, da Universidade Federal de Ouro Preto, existem três tipos de precipitações, classificadas de acordo com as condições que produzem o movimento vertical do ar:

- a. Precipitação convectiva: ocorre pelo aquecimento desigual da superfície terrestre, provocando o aparecimento de camadas de ar com densidades diferentes;
- b. Precipitação orográfica: resulta da ascensão mecânica de correntes de ar úmido horizontais sobre barreiras naturais como montanhas, por exemplo;
- c. Precipitação ciclônica ou frontal: ocorre ao longo da superfície de descontinuidade que separa duas massas de ar de temperatura e umidade diferentes.

A precipitação é medida através de sua frequência, duração, intensidade e altura pluviométrica. Esta última é a medida da altura da lâmina de água de chuva acumulada sobre uma superfície plana, horizontal e impermeável, através de aparelhos chamados de "pluviômetros" (expressa em mm). Basicamente as medidas realizadas nos pluviômetros são periódicas, em intervalos de 24 horas (normalmente às 7 horas da manhã).

### As ações antrópicas e seus impactos ambientais

A urbanização e as ações antrópicas interferem significativamente nas atividades naturais. A retificação, canalização, impermeabilização do solo, aliado ao despejo de resíduos causa alterações na hidrografia. (ZANIRATO, 2011).

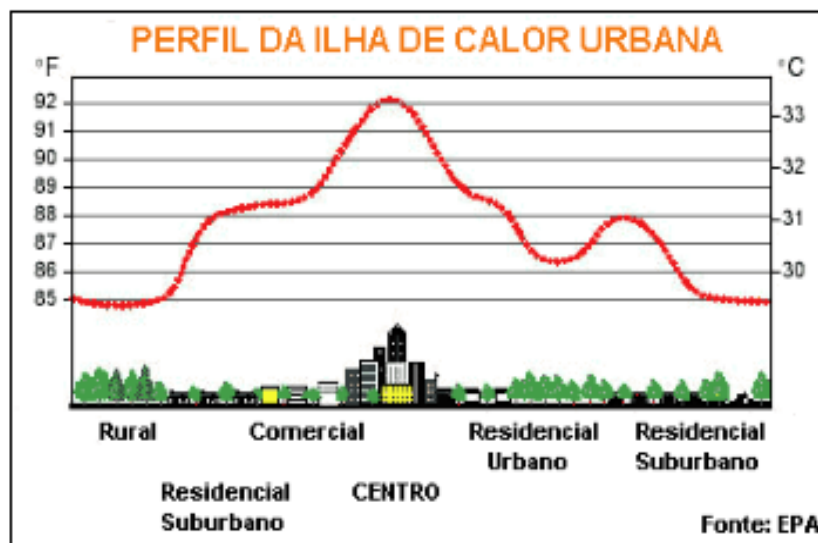
Um dos fenômenos discutidos atualmente são denominadas "ilhas de calor", características em regiões urbanizadas devido aos diferentes padrões de albedos (reflexão) dos materiais utilizados na construção civil, que interferem na radiação absorvida e no calor emitido à superfície (BAPTISTA, G.M.M. et. al.). Na figura 2 estão identificados alguns materiais utilizados na construção civil, com suas respectivas taxas de albedo. Na figura 3 foi evidenciado o perfil de temperatura nas Ilhas de Calor Urbana em relação às áreas suburbanas:

**Figura 2 - Albedos de Materiais Urbanos**



Fonte: EPA acesso em 11/05/2014

Figura 3. Perfil da Ilha de Calor Urbana



Fonte: EPA, 2014.

Portanto, a temperatura torna-se mais elevada nas ilhas de calor e diminui em direção aos subúrbios devido à construção centralizada de empreendimentos, a alteração da vegetação e albedo local e impermeabilização do solo.

### A hidrologia e sua disponibilidade na macrometrópole

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas, 2012), a água é um dos elementos fundamentais para a manutenção da vida. É um patrimônio do planeta e deve ser plenamente assegurada para todos os cidadãos, garantindo sua disponibilidade para as gerações presentes e futuras (GRISI, C.C.H; BRITTO, R.P., 2003).

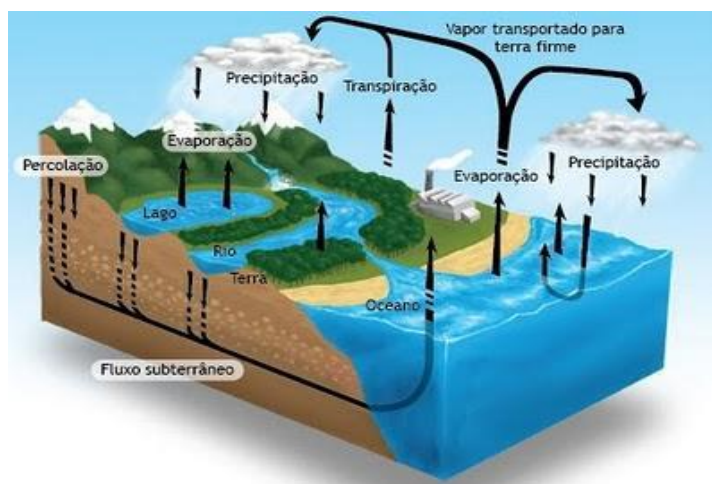
A disponibilidade hídrica se dá em função do fenômeno denominado ciclo hídrico, um sistema fechado entre a superfície terrestre e atmosfera, impulsionado pela energia solar e a gravidade e rotação terrestre. Durante este processo, a água altera seu estado físico e movimenta-se na hidrosfera, incluindo os oceanos, calores de gelo, águas superficiais, subterrâneas e atmosfera (CARVALHO, D.F.DE, 2006).

As alterações de estado físico são mobilizadas pela radiação solar, que atua na evaporação da água disponível em corpos hídricos à atmosfera. Devido a força da gravidade, a água precipita à superfície, circula por meio de linhas de água e esco superficialmente para os rios e oceanos ou infiltra-se nas rochas por meio de poros, fissuras e fraturas, consistindo no processo denominado escoamento subterrâneo.

Parte da água infiltrada no solo é absorvida pela vegetação que a devolve à atmosfera, por meio da transpiração que integra o processo denominado evapotranspiração, comumente evidenciado em zonas não saturadas, nos quais os espaços entre as partículas de solo contêm água e ar (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, s.d).

A água que atinge a zona saturada, entra em circulação subterrânea e auxilia na recarga dos aquíferos. O nível mais baixo que a água pode infiltrar é o lençol freático. Todavia, a água pode emergir à superfície e reiniciar o ciclo (CARVALHO, D.F.DE, 2006). A figura 4 representa as etapas do ciclo da água:

**Figura 4. Ciclo da água**



**Fonte: Geografia Social, 2012.**

A quantidade e velocidade de circulação da água em suas diversas fases depende de fatores locais, tais como a cobertura vegetal, altitude, temperatura, tipo de solo, topografia e geologia.

O ciclo hídrico pode ser analisado de acordo com a fórmula:  $\Delta S = I - O$ . Onde: I = refere-se às entradas: escoamento superficial e subterrâneo, devido ao movimento lateral da água do subsolo e a precipitação; O = saídas de água do volume de controle: escoamento superficial, subterrâneo, evaporação e transpiração das plantas; e  $\Delta S$  = variação no volume de controle em relação ao armazenamento nas várias formas de retenção. Vale ressaltar que o ciclo hídrico é equilibrado.

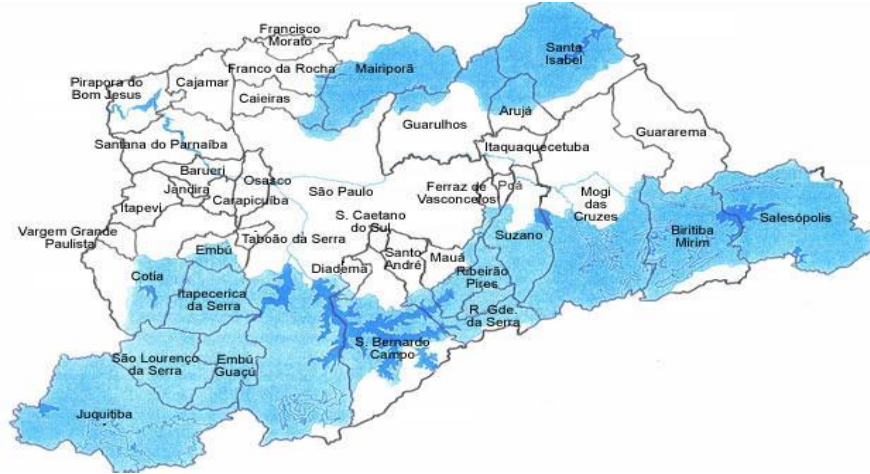
Entretanto, há diversos fatores que podem interferir na disponibilidade hídrica. Na Macrometrópole, por exemplo, a chuva tende a precipitar em conglomerados urbanos, o que interfere na disponibilidade hídrica da região. (SABESP, s.d.)

Além disso, a precipitação abaixo da média em períodos específicos compromete a oferta de água nas bacias hidrográficas, influenciando na quantidade e qualidade do recurso hídrico. De acordo com a Agência Nacional de Águas, algumas regiões como Nordeste e Macrometrópole Paulista, apresentam maior vulnerabilidade dos recursos hídricos (ANA, 2014).

Os níveis dos reservatórios da RMSP estão decaindo desde o final de 2013, em função da ação climática, com a redução de chuvas, bem como a morosidade da concessionária Sabesp que não adotou medidas remediadoras nos anos anteriores à crise hídrica, visando minimizar situações mais graves. Há estudos que afirmam que, desde 1970, haviam indícios da escassez hídrica e não foram tomadas decisões estratégicas.

Neste cenário, para esta pesquisa, foram analisados os dados da Região Metropolitana de São Paulo como um espaço amostral da Macrometrópole Paulista. A Região Metropolitana foi criada e regulamentada pela Lei Complementar Federal nº 14, de 8/6/1973, congrega 39 municípios e apresenta regiões de mananciais relevantes (figura 5).

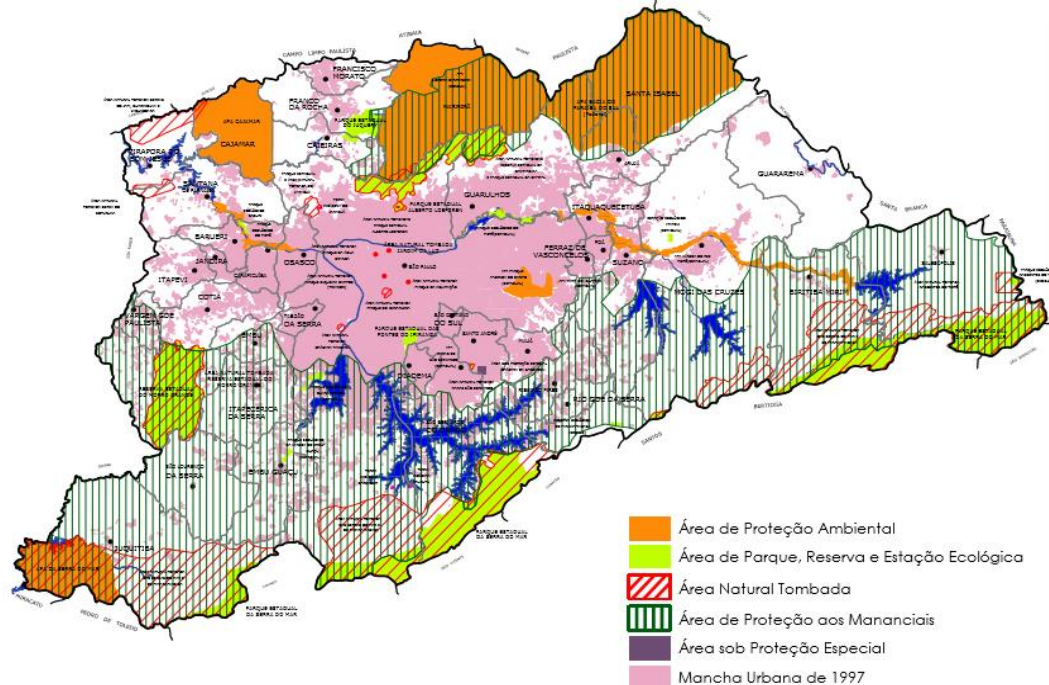
**Figura 5. Região Metropolitana de São Paulo**



Fonte: Scielo, 2016.

A ocupação do solo na RMSP é heterogênea e há diversas áreas de preservação ambiental, conforme ilustra a figura 6:

**Figura 6. Áreas da Região Metropolitana de São Paulo**



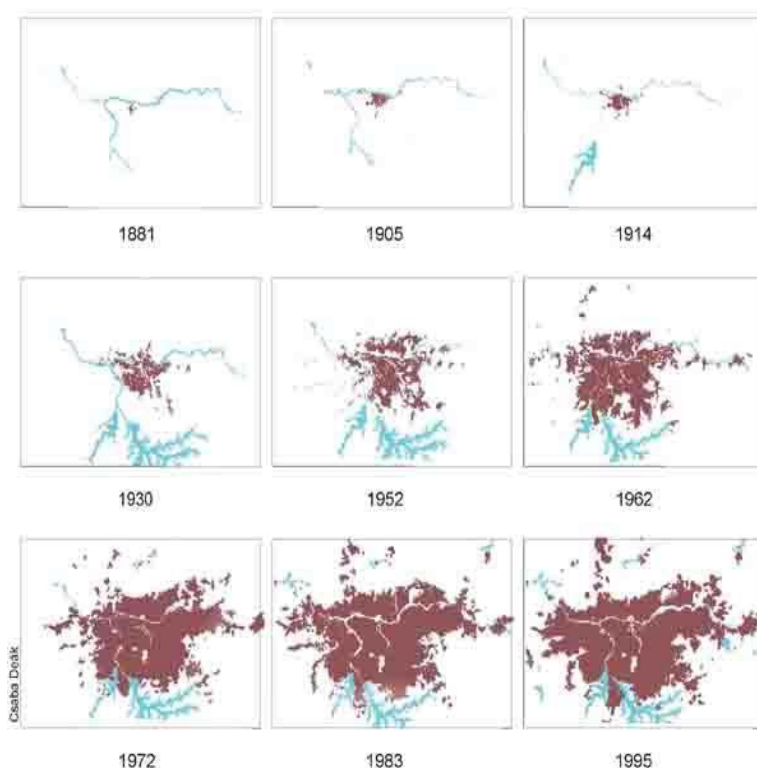
Fonte: Emplasa, 2014.

Considerando o que determina o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, os maiores destinos de utilização da água são:

- a) Abastecimento público (a região concentra mais de 70% da população paulista);
- b) Indústrias; e
- c) Irrigação (DAEE, 2011).

Estudos realizados pelo COBRAPE (Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos) estima que a Macrometrópole Paulista consistirá em 37 milhões de pessoas até 2035 (projeção da Fundação Seade), o que aumentará a demanda hídrica tanto para abastecimento público quanto para irrigação e atividades industriais (PEREIRA, C.A.A.O., 2013). Essa afirmação baseia-se no aumento populacional significativo nos últimos anos, nesta região. A figura 7 retrata o aumento da mancha urbana no período de 1881 a 1995:

**Figura 7. Evolução da Mancha Urbana da Região Metropolitana de São Paulo**



Fonte: USP, 2014.

Até 2008 a demanda de água da região da Macrometrópole era de 222,96m<sup>3</sup>/s, distribuídos conforme a Tabela 1:

**Tabela 1. Demandas Hídricas de 2008, por Tipo de Uso de Água:**

Demanda Hídrica (2008)		
Tipo de Uso	m <sup>3</sup> /s	%
Abastecimento	109,14	48,95
Industrial	69,82	31,32
Irrigação	44,00	19,73
<b>Total</b>	<b>222,96</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de DAEE, 2014.

Considerando o aumento populacional, estima-se que em 2035 a demanda hídrica seja de aproximadamente 283,07 m<sup>3</sup>/s (DAEE, 2011). De acordo com os dados oficiais disponibilizados no site EMPLASA (2012), o planejamento e gestão dos recursos hídricos são realizados por meio de 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs). Considerando a disponibilidade versus a demanda hídrica global, há água suficiente para abastecer toda a região metropolitana (produção de superfície de 3.120 m<sup>3</sup>/s, na vazão mínima, a produção é cerca de 893 m<sup>3</sup>/s). Entretanto, quando a avaliação é feita por UGRHIs, a relação de disponibilidade versus demanda tornar-se desigual, como as inseridas na Macrometrópole, cuja demanda supera a disponibilidade e faz com que os sistemas de abastecimento fiquem sempre em situações críticas de abastecimento (CONSÓRCIO PCJ, 2013).

### **Análise das Estações Pluviométricas**

Considerando as crises em relação a disponibilidade hídrica nos últimos anos, foi realizada uma análise dos dados pluviométricos da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, a fim de, dentro deste espaço amostral, avaliar a contribuição antrópica neste cenário, possibilitando uma posterior análise expandida para a Macrometrópole Paulista.

Os dados analisados referiam-se ao verão, devido a característica de chuvas muito volumosas, intensas e comumente convectivas. As estações meteorológicas analisadas consistem em 160, localizadas por todo o entorno da região, de acordo com a figura 8.

**Figura 8. Estações Pluviométricas Analisadas da RMSP**

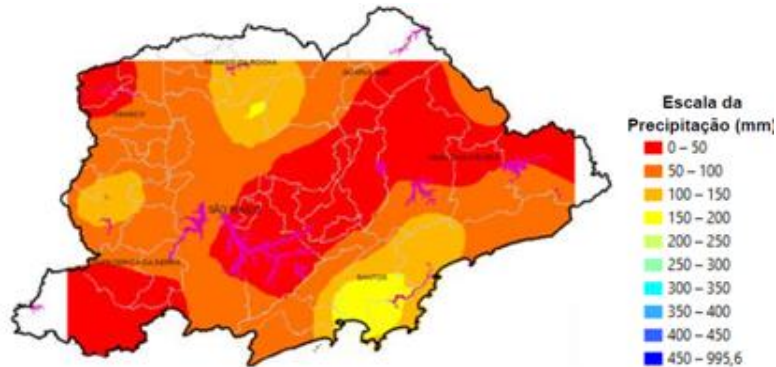


**Fonte: Elaborado pelos autores**

Todos os mapas foram gerados pelos autores, no *ArcGis*, elaborados utilizando uma base cartográfica georreferenciada na Macrometrópole Paulista, com malha digital disponibilizada no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com projeção geográfica e *Datum* horizontal SAD 69. Os resultados analíticos obtidos foram:

**1935 a 1944:** a maior parte das médias pluviométricas mantiveram-se entre 100 a 150mm e a maior média ficou entre 200 a 250mm, no litoral (mais concentrado em Bertioga). Em São Paulo as médias pluviométricas mantiveram-se entre 0 a 250mm (figura 9).

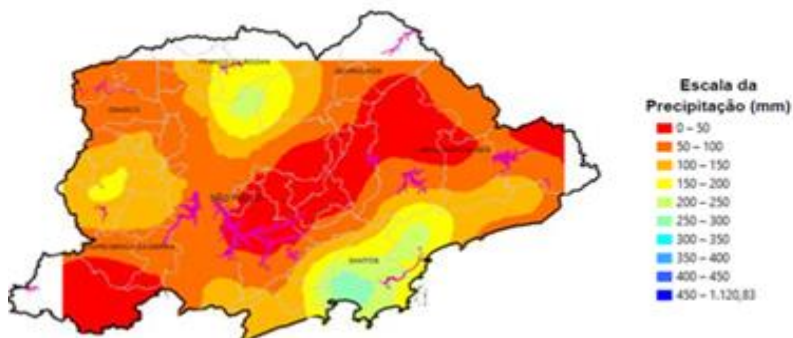
**Figura 9. Médias pluviiais no verão entre 1935 a 1944**



**Fonte: Elaborado pelos autores**

**1945 a 1954:** crescimento das médias pluviométricas, principalmente nas regiões litorâneas, como em Santos, cujas médias alcançaram 400mm. Na região de Guarulhos, a precipitação foi de até 250mm. As áreas com pluviosidade inferiores a 50mm na região metropolitana foram inferiores à década anterior (figura 10).

**Figura 10. Médias pluviiais no verão entre 1945 a 1954**

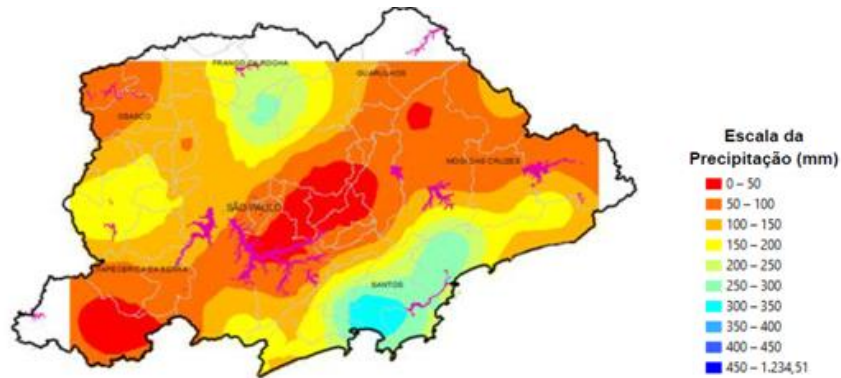


**Fonte: Elaborado pelos autores**

**1955 a 1964:** distribuição significativa das chuvas. A região com maior precipitação ocorreu no litoral, principalmente em Santos e Guarujá (de 300 a 350mm). As regiões com menores médias concentraram-se em Mauá, Ribeirão Pires, parte de Ferraz de Vasconcelos, Juquitiba e São Bernardo do Campo (de 0 a 50mm) (figura 11).



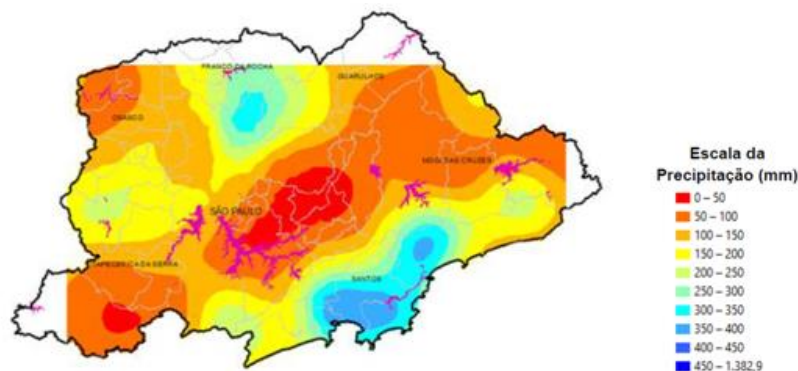
**Figura 11. Médias pluviométricas no verão entre 1955 a 1964**



**Fonte: Elaborado pelos autores**

**1965 a 1974:** aumento significativo das médias pluviométricas, em especial em Guarujá, Santos e Bertioga (400 a 450mm). Na região de São Paulo as médias de chuva foram mais significativas em relação às décadas anteriores (figura 12).

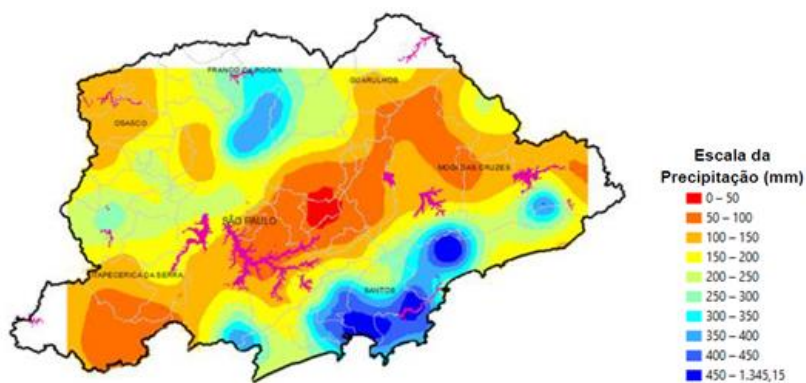
**Figura 12. Médias pluviométricas no verão entre 1965 a 1974**



**Fonte: Elaborado pelos autores**

**1975 a 1984:** as médias em São Paulo não foram inferiores a 50 e 100 mm. Na região litorânea ocorreu a maior média, superior a 450mm, principalmente em Santos e Bertioga (figura 13).

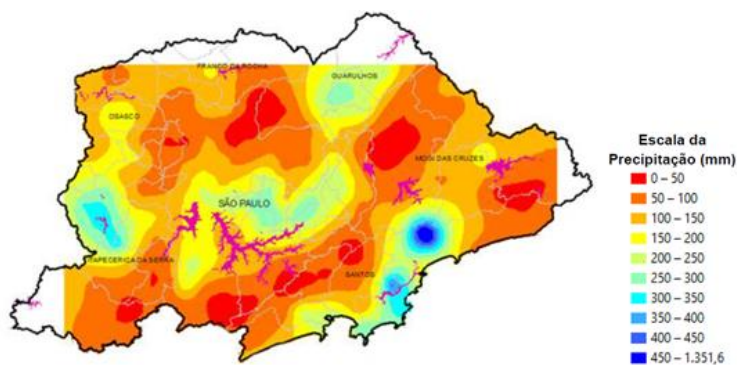
**Figura 13. Médias pluviométricas no verão entre 1975 a 1984**



Fonte: Elaborado pelos autores

**1985 a 1994:** observa-se um aumento nas médias pluviométricas, principalmente na região litorânea (em azul escuro). Há aumento de áreas com chuvas entre 0 a 50mm em pontos específicos da região estudada, principalmente em locais distantes do litoral (figura 14).

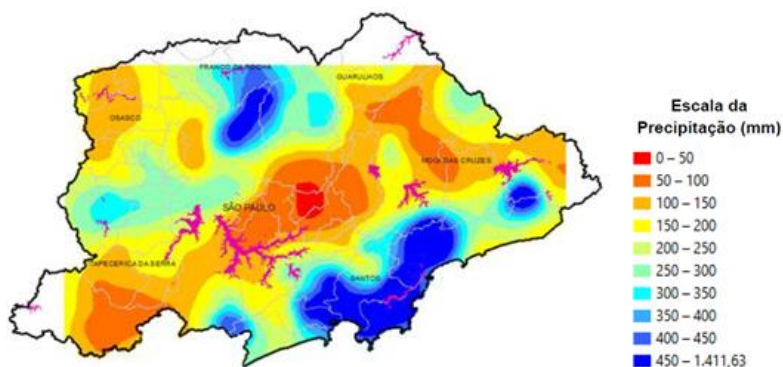
Figura 14. Médias pluviais no verão entre 1985 a 1994



Fonte: Elaborado pelos autores

**1995 a 2004:** aumento das médias de precipitação em próximo à Mairiporã e Guarulhos. Em Mauá, as médias de pluviosidade foram decrescentes (figura 15).

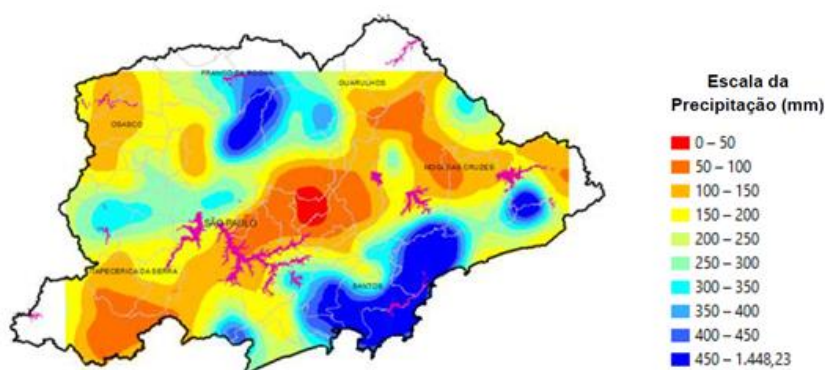
Figura 15. Médias pluviais no verão entre 1995 a 2004



Fonte: Elaborado pelos autores

**2005 a 2014:** não houveram grandes alterações nas médias pluviométricas (figura 16).

**Figura 16. Médias pluviiais no verão entre 2005 a 2014**



**Fonte: Elaborado pelos autores**

Constata-se que as médias pluviométricas nas primeiras décadas oscilaram significativamente, principalmente em função de melhorias no monitoramento por parte do poder público que disponibilizaram mais estações na região estudada. Quanto aos dados, é importante constatar que, no verão, não houve diminuição nos indicadores pluviométricos. Basicamente as médias foram ascendentes até as últimas duas décadas, mantendo-se regular entre 1995 a 2014. Ressalta-se que o uso da técnica de Krigagem na interpolação de dados foi fundamental para gerar os mapas e subsidiar as análises.

Portanto, constata-se que não ocorreu mudanças significativas de precipitação na Macrometrópole Paulista.

#### **4. Conclusão**

Com base nos resultados obtidos, foi possível validar a hipótese de que o clima oscila ciclicamente e que as atividades antrópicas não foram unicamente responsáveis pela interferência na produção e disponibilidade hídrica da RMSP.

Pode-se perceber que as modificações e impactos provenientes do uso e ocupação de solo na RMSP bem como as adaptações estruturais realizadas para a instalação de domicílios, comércios e indústrias na região, tiveram um peso significativo na alteração da distribuição da água meteórica, bem como na indisposição de recursos hídricos superficiais, seja pela canalização e assoreamento dos rios ou pela contaminação dos mesmos. Porém serão necessários estudos mais detalhados para qualificação e quantificação dessas informações.

A região central da RMSP apresentou baixos índices pluviométricos ao longo de todas as décadas estudadas. Ao contrário da região sul-sudeste, isto é, as áreas próximas ao litoral apresentaram altos índices pluviométricos ao longo das décadas. Já a região norte da RMSP apresentou um aumento da pluviosidade nas últimas décadas em relação às décadas anteriores o que contradiz as informações governamentais, utilizadas como argumento para redução da água dos reservatórios localizados nesta região.

Pode-se observar e concluir que existe um comportamento diferenciado da manifestação cíclica de pluviosidade nas três regiões destacadas anteriormente, que demandaria estudos mais detalhados do ponto de vista da circulação atmosférica e com modelagem de variáveis, como temperatura, pressão, umidade do ar, evaporação e direção dos ventos. Esse detalhamento poderá fornecer informações importantes para gestão do recurso hídrico do ponto de vista do meio físico.

O estudo em questão permitiu observar que a crise hídrica é uma resposta clara a respeito da ignorância em relação a compreensão do meio físico e das interações antrópicas. A atuação governamental e técnica em relação aos recursos hídricos tem se fundamentado quase que exclusivamente na oferta, o que limita sua capacidade de resposta, no que se refere às crises hídricas. Para lidar com elas é necessário superar esse estágio primitivo, avançando-se na consideração do conjunto das dinâmicas e do próprio ciclo hidrológico, bem como na gestão da demanda, o que implica também na necessidade de se rediscutir o conceito de desenvolvimento, pautado na lógica do crescimento de consumo de todos os recursos, incluindo a água.

## Referências

- ADANI, L.C.; ISENBURG, A.a.r.v.; JUNIOR, R.P.; PASTONE, V.J. **Avaliação do plano diretor de aproveitamento de recursos hídricos para a Macrometrópole Paulista**. Campinas, 2013. Disponível em: <[http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1112:plano-diretor-de-aproveitamento-dos-recursos-hidricos-para-a-macrometropole-paulista&catid=42:combate-a-enchentes](http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1112:plano-diretor-de-aproveitamento-dos-recursos-hidricos-para-a-macrometropole-paulista&catid=42:combate-a-enchentes)>. Acesso em: 11 mai. 2014.
- ALMEIDA, Cátia Rodrigues de; CAPELLARI, Benjamim. **Evolução Da Macrometrópole E Possíveis Intervenções Na Disponibilidade Hídrica Evolução da Macrometrópole e Possíveis Intervenções na Disponibilidade Hídrica nos Mananciais**. XVII Silubesa – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, 2016. Disponível em: <<http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento32/TrabalhosCompletoPDF/IV-089.pdf>>.
- ALVES, B. T.; ARAUJO, R.E. et al. **Caderno de Educação Ambiental**. São Paulo, 2010. Disponível em: <[www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2011/10/mananciais-billings-edicao-especial-2011.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2011/10/mananciais-billings-edicao-especial-2011.pdf)> Acesso em: 01 mai. 2014.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil 2012, do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA)**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/projetos/QualidadeAgua.aspx>>. Acesso em: 08 abr. 2014.
- BAPTISTA, G.M.M.; BIAS, E.S.; LOMBARDO, M.A. **Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos**. Disponível em:

<mar.te.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/09.12.18.52/doc/14\_005.pdf>  
Acesso em: 11 mai. 2014.

BARROS, H.R.; LOMBARDO, M.A. **A relação entre ilhas de calor urbana, ocupação do solo e morfologia urbana na cidade do Recife.** Revista Geonorte, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.65 – 76, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2479> > Acesso em: 11 mai. 2014.

CARVALHO, Daniel Fonseca de; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Ciclo Hidrológico.** UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <[www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap2-CH.pdf](http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap2-CH.pdf)> Acesso em: 11 mai. 2014.

DAEE – Departamento de Água e energia Elétrica. **Sistema Produtor Alto Tietê.** São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=853:barragens-e-sistema-produtor-alto-tiete&catid=36:programas](http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=853:barragens-e-sistema-produtor-alto-tiete&catid=36:programas)> Acesso em: 06 out. 2014.

DIAS, L.J.B. **Análise rítmica em climatologia geográfica: resumo conceitual.** Maranhão, 2009. Disponível em: <[lujzjorgedias.blogspot.com.br/2009/11/analise-ritmica-em-climatologia.html](http://lujzjorgedias.blogspot.com.br/2009/11/analise-ritmica-em-climatologia.html)>. Acesso em: 16 mai. 2014.

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano AS. **Macrometrópole Paulista,** 2012. Disponível em: <[www.emplasa.sp.gov.br/emplasa/macrometropole/macrometropole.pps](http://www.emplasa.sp.gov.br/emplasa/macrometropole/macrometropole.pps)>. Acesso em: 21 abr. 2014.

EPA – Agência De Proteção Ambiental Dos Estados Unidos. **Ilhas de calor.** Disponível em: <<http://www.epa.gov/heat-islands>>. Acesso em: 08 abr. 2014.

FNS - Fundação Nacional De Saúde. **Manual de Saneamento.** BRASIL, s.d. Disponível em: <[pt.scribd.com/doc/38439950/Manual-de-Sane-Amen-To-FUNASA](http://pt.scribd.com/doc/38439950/Manual-de-Sane-Amen-To-FUNASA)>. Acesso em: 21 nov. 2014.

Geografia Social. **Ciclo da água.** Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.uesc.br/projetos/inforgeo/inforgeo/big25.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2014.

GRISI, C.C.H; BRITTO, R.P. **Técnica de Cenários e o Método Delphi: uma Aplicação para o ambiente brasileiro.** Dissertação de mestrado. São Paulo, 2003. FEA-USP. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:CowlabNArYgJ:sistema.semead.com.br/6semead/MKT/045Mkt%2520-%2520T%25E9cnica%2520de%2520Cen%25E1rios%2520M%25E9todo%2520Delphi.doc+%&cd=3&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=firefox-b-ab>> Acesso em: 11 mai. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Mapas.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br> >. Acesso em: 10 set. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **População.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao> > Acesso em: 03 jan. 2016.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados de Pluviosidade.** Disponível em: <[www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index)>. Acesso em: 11 mai. 2014.

BARBOSA JUNIOR; ANTENOR R. **Elementos de Hidrologia aplicada**. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, s.d. Disponível em: <[www.em.ufop.br/deciv/departamento/~antenorrodrigues/3\\_Precipitacao.pdf](http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~antenorrodrigues/3_Precipitacao.pdf)> Acesso em: 11 mai. 2014.

ALVES JUNIOR; SINÉSIO.; LOBARDO, M.; NOBRE, C.A. et al. **Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2010. Disponível em: <[mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/publicacoes/2010/SumarioExecutivo\\_megacidades.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/publicacoes/2010/SumarioExecutivo_megacidades.pdf)>. Acesso em: 11 mai. 2014.

MACEDO, Luiz Gustavo Moraes de et al. **Geoestatística aplicada a Hidrogeologia para confecção de mapas potenciométricos**. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/28270/18384>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

MANFREDINI, B. C. S. **Avaliação da qualidade bacteriológica de águas de poços rasos de áreas rurais do município de São Roque, São Paulo**. X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Universidade Mackenzie. São Paulo, 1994. Acesso em: 03 mar. 2014.

MORCELLI, Danilo da Costa. **Paisagens paulistanas, memória e patrimônio às margens do Rio Tietê**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100134/tde-27062013-234621/publico/Dissertacao\\_de\\_Mestrado\\_Danilo\\_Morcelli\\_2013.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100134/tde-27062013-234621/publico/Dissertacao_de_Mestrado_Danilo_Morcelli_2013.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

OLIVEIRA, Sonia Maria Barros de. **Base científica para a compreensão do aquecimento global**. In: VEIGA, José Eli da (org.). São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2008. p. 17 – 54.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Fatores sobre água e saneamento. Departamento de Informação Pública das Nações Unidas**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/agua.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

PCJ – Comitês. **Aproveitamento Hídrico da Macrometrópole Paulista**. Minas Gerais, 2013. Disponível em: <[www.comitespcj.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=380:aproveitamento-hidrico-da-macrometropole-paulista&catid=156:arquivo-pcj&Itemid=360](http://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=380:aproveitamento-hidrico-da-macrometropole-paulista&catid=156:arquivo-pcj&Itemid=360)>. Acesso em: 11 mai. 2014.

PCJ, CONSÓRCIO. **Sistema Cantareira: Um Mar de Desafios**. Americana, 2013. Disponível em: <[www.agua.org.br/apresentacoes/71557\\_ApostilaCantareira-ConsortioPCJ.pdf](http://www.agua.org.br/apresentacoes/71557_ApostilaCantareira-ConsortioPCJ.pdf)>. Acesso em: 30 mai. 2014.

PEREIRA, C.A.A.O. **Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2013. Disponível em: <[www.dae.sp.gov.br/macrometropole/Sumario\\_Executivo\\_Recur\\_sos\\_Hidricos\\_Final.pdf](http://www.dae.sp.gov.br/macrometropole/Sumario_Executivo_Recur_sos_Hidricos_Final.pdf)> Acesso em: 06 out. 2014.

PRESS, F. et AL. **Para entender a Terra**. 4ª Editora Bookman, 2006. Pg 314.

SABESP. **Enchentes**. São Paulo, s.d. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/interna/Default.aspx?secaoId=102>>. Acesso em: 11 mai. 2014.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações clima como fenômeno geográfico.** Revista da ANPEGE, v. 4, p. 1-18, 2008. Disponível em < [anpege.org.br/revista/ojs-2.4.6/index.php/anpege08/article/view/11](http://anpege.org.br/revista/ojs-2.4.6/index.php/anpege08/article/view/11) > Acesso em: 06 out. 2014.

SEADE – Fundação Sistema Estadual De Análise De Dados. **Sistema Seade de Projeções Populacionais.** Disponível em: < <https://www.seade.gov.br/> > Acesso em: 03 jan. 2016.

USP – Universidade de São Paulo. **Base de informações da RMSP.** Disponível em: < [http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/c\\_deak/CD/5bd/1rmsp/m02-evol/index.html](http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/c_deak/CD/5bd/1rmsp/m02-evol/index.html) >. Acesso em: 27 nov. 2014.

ZANIRATO, Sílvia Helena. **História da ocupação e das intervenções na várzea do Rio Tietê. Revista Crítica Histórica.** Ano II, nº 4, 12/2011. Disponível em: < <http://www.revista.ufal.br/criticahistorica/attachments/article/108/Hist%C3%B3ria%20da%20ocupa%C3%A7%C3%A3o%20e%20das%20interven%C3%A7%C3%B5es%20na%20v%C3%A1rzea%20do%20rio%20tiet%C3%AA.pdf> >. Acesso em: 03 mar. 2014.