



ANAIS

### APRESENTAÇÃO

O I Seminário Nacional Sustentabilidade em Recursos Hídricos tem como proposta a reunião de especialistas atuantes na área ambiental, com foco na sustentabilidade ambiental e recursos hídricos, além da divulgação de resultados de pesquisas científicas relacionadas ao tema. Objetiva-se a promoção do debate sobre a temática proposta no contexto regional, nacional e internacional, favorecendo troca de experiências e fortalecendo grupos de pesquisa, em prol do desenvolvimento sustentável.

### COMISSÃO ORGANIZADORA

Alexandre Tourino Mendonça  
Elisa Dias de Melo  
Felipe Bernardes Silva  
Marília Carvalho de Melo

### COMISSÃO TÉCNICA CIENTÍFICA

#### **Alexandre Tourino Mendonça (UninCor)**

Aline de Araújo Nunes (UFOP)  
Alisson Souza de Oliveira (UninCor)  
Ana Sílvia Pereira Santos (UERJ)  
Aurivan Soares de Freitas (UninCor)  
Claudimir Silva Santos (IF Sul de Minas)  
Katia Eliane S. Avelar (Unisuam)  
Déborah Neide Magalhães (IFMG)  
Eliana Alcantra (UninCor)  
Elisa Dias de Melo (UninCor)  
Felipe Bernardes Silva (UninCor)  
Graziella Patrício Pereira Garcia (UninCor)  
Iván Andrés Sánchez Ortiz (Universidad De Nariño, Colômbia)  
Letícia Rodrigues da Fonseca (UninCor)  
Luiz Antônio Andriatta Ayres (UninCor)  
Marília Carvalho de Melo (UninCor)  
Ramiro Machado de Rezende (UninCor)  
Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques (UninCor)  
Wezer Lismar Miranda (IFBaiano)

### EQUIPE DISCENTE - APOIO

Alunos Graduação Engenharia Ambiental e Agronomia  
Alunos Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos

### EIXOS TEMÁTICOS

#### 1 - Conservação ambiental e sustentabilidade

- Desenvolvimento sustentável
- Educação ambiental
- Conservação dos solos
- Mudanças climáticas
- Planejamento territorial sustentável
- Restauração florestal
- Saúde ambiental

#### 2- Recursos hídricos e gestão de bacias

- Segurança hídrica
- Hidrologia florestal
- Manejo racional da água
- Qualidade da água
- Dinâmica do solo e da água em bacias hidrográficas
- Tratamento e reuso de efluentes industriais e esgotos sanitários

### PROGRAMAÇÃO

Local: Universidade Vale do Rio Verde – Três Corações

Dia 08/10/2019 – Salão Nobre

18h00 – RECEPÇÃO, CREDENCIAMENTO DOS PARTICIPANTES

19h30 – ABERTURA DO SEMINÁRIO E BOAS VINDAS (COMPOSIÇÃO DE MESA COM A REITORIA DA UNINCOR, COORDENAÇÃO DOS CURSOS E CONVIDADOS ESPECIAIS)

19h30 – PALESTRA MAGNA – Professor Pablo A. Garcia-Chevesich, UNIVERSITY OF ARIZONA

21h00 – APRESENTAÇÃO MUSICAL, COQUETEL E LANÇAMENTO DO SEGUNDO E-BOOK DO PROGRAMA DE MESTRADO SUSTENTABILIDADE EM RECURSOS HÍDRICOS, DA UNINCOR

Dia 09/10/2019

08h00 – 12h00 – MINICURSO – Tema: Reuso de esgotos sanitários com a Dra. Ana Silvia Pereira Santos (UERJ)

14h00 – 18h00 – APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS (FORMATOS ORAL E PÔSTER)

18h00 – 19h00 – Coffee Break (Salão Nobre)



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

19h00 – 20h30 - PAINEL 1: SEGURANÇA HÍDRICA (Salão Nobre)

MsC. Sergio Rodrigues Ayrimoraes Soares (ANA)

TENENTE-CORONEL FLÁVIO GODINHO PEREIRA Dr. Edson Vieira (UFMG)

20h30 – 22h00 – PAINEL 2: TRATAMENTO E REUSO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E ESGOTOS SANITÁRIOS (Salão Nobre)

Dra. Ann H. Munteer (UFV)

Dra. Ana Silvia Pereira Santos (UERJ)

Dr. Iván Andrés Sánchez Ortiz (Universidad de Nariño, Colômbia) - vídeo conferência

Dia 10/10/2019

08h00 – 12h00 – VISITA TÉCNICA - FAZENDA EXPERIMENTAL UNINCOR

14h00 – 15h00 – PALESTRA Restauração florestal

José Roberto Manna de Deus (Pesquisador coordenador técnico do Projeto Águas da Mantiqueira)

15h00 – 17h00 - APRESENTAÇÕES Empresas / Tecnologias Israelenses

Genny Oheb Sion (MSA)

Ruben Mauricio Muñoz Toro (IDE Technologies)

19h00 - PREMIAÇÃO MELHORES TRABALHOS e ENCERRAMENTO DO EVENTO (Salão Nobre) + Café de Confraternização / Espaço Patrocinadores

### PATROCINADORES





# I Seminário Nacional

Sustentabilidade em Recursos Hídricos



APOIO

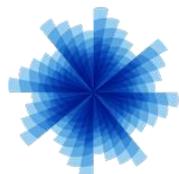




# I Seminário Nacional

Sustentabilidade em Recursos Hídricos

revista  
**ecológico**



**IDE**  
Technologies

Your  
Water  
Partners

Delivering Excellence  
Through Partnership  
OVER  
**50**  
YEARS



# MSA

Tecnologias Israelenses  
Israeli Technologies

# UET

NATURALLY TREATING WATER



MESTRADO PROFISSIONAL  
SUSTENTABILIDADE EM  
RECURSOS HÍDRICOS

**UninCór**  
Universidade Vale do Rio Verde

 **CAPES**



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

**GRADUAÇÃO**

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E EFEITOS NAS VAZÕES DO RIO VERDE  
GRANDE**

**EDSON DE OLIVEIRA VIEIRA  
ERIKA SATY KIMOTO**

 MESTRADO PROFISSIONAL  
**SUSTENTABILIDADE EM  
RECURSOS HÍDRICOS**

**UninCór**  
Universidade Vale do Rio Verde

 **CAPES**

LEONARDO NASCIMENTO LIMA  
MARIA ISABEL FERREIRA MOURA  
PEDRO AUGUSTO ALVES AMARAL  
SÁVIO SILVA RODRIGUES  
SÁVIO SILVA RODRIGUES

### Resumo

*A bacia do Rio Verde Grande (BHVG), no norte de Minas Gerais, é uma região de conflito pelo uso da água. O consumo de água vem aumentando. A falta de estudos hidrológicos na região dificulta a gestão dos recursos da bacia, fazendo-se necessários projetos que auxiliem na tomada de decisões. O objetivo deste trabalho foi analisar a interferência do uso e ocupação do solo na vazão do rio principal da BHVG. Foram elaborados mapas de cobertura vegetal para quatro períodos distintos (1987, 1997, 2007 e 2017) Utilizou-se séries históricas de vazão do Rio Verde Grande disponibilizadas na rede hidrográfica da ANA. Calculou-se as vazões  $Q_{7,10}$ , vazões médias,  $Q_{90\%}$  e  $Q_{95\%}$ . O resultado mostrou que a BHVG sofreu um processo intenso de uso e ocupação do solo no período do estudo, principalmente pela substituição de vegetação nativa por áreas de agricultura e pastagem. Outro fator importante foi o aumento do consumo humano. Como resultado, foi possível constatar que houve uma diminuição do nível de água no rio principal, contudo, isso pode ser explicado de duas maneiras: a diminuição no regime hídrico ou a degradação antrópica dentro da bacia, sendo necessários estudos quantitativos mais detalhadas para a certificação dos resultados.*

**Palavras chave:** *Disponibilidade de Recursos hídricos. Gestão de bacias hidrográficas. Georreferenciamento em Recursos Hídricos.*

### Abstract

*The Verde Grande river (BHVG) basin, located in northern Minas Gerais and southern Bahia, is a region of great conflict over water use. The lack of hydrological studies in the region makes it even more difficult to manage the resources of the basin, making more and more projects to assist in decision making. The objective of this work was to analyze the interference of land use and occupation on the flow of the main river of BHVG. For this purpose, vegetation cover maps were prepared for four distinct periods (1987, 1997, 2007 and 2017) It was used historical series of flow of Rio Verde Grande available in the ANA hydrographic network. With the aid of Excel, the minimum seven-day average flows ( $Q_{7,10}$ ), average flows,  $Q_{90\%}$  and  $Q_{95\%}$  were calculated. The result showed that BHVG suffered an intense process of land use and occupation during the study period, mainly due to the substitution of native vegetation by agriculture and pasture areas. Another important factor was the increase in human consumption. As a result, it was found that there was a decrease in the water level in the main river, however this can be explained in two ways: the decrease in water regime or anthropic degradation within the basin, requiring more detailed quantitative studies for the certification of results.*

**Keywords:** *Water Resources Available, Water Resources Management, GIS in Water Resources*

### INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica tem-se constatado importante unidade na administração dos recursos hídricos no nosso país. Com a lei nº 9.433, de 8 de

janeiro de 1997, que institui a política nacional de recursos hídricos no Brasil, este papel é afirmado e a bacia hidrográfica passa a ser um instrumento fundamental de gestão e planejamento dos recursos hídricos.

As alterações na cobertura vegetal vêm sendo realizadas de forma desordenada e irresponsável visando sempre o desenvolvimento não sustentável de determinadas áreas, acelerando processos de erosão, contaminação de mananciais hídricos, seja por efluentes agrícolas, domésticos, industriais ou defensivos agrícolas, pela retirada da vegetação nativa para a criação de pastos e inúmeros outros processos depredatórios (Santos et al. 2010).

Ações antrópicas têm gerado grandes impactos nas coberturas vegetais, o processo de substituição de áreas naturais por áreas de plantios, pastagens e zonas urbanas vêm gerando uma série de consequências e alterações nas condições naturais de diversas áreas espalhadas por todo território nacional. Processos de degradação cada vez mais acentuados vem trazendo grandes prejuízos em todos os setores econômicos e sociais da sociedade.

A retirada dessa cobertura vegetal em uma bacia hidrográfica pode apresentar impactos significativos sobre as vazões de um determinado curso hídrico. Estes podem ser representados em função das vazões mínimas e vazões médias em determinadas séries históricas (Tucci e Clarke, 1997).

A bacia hidrográfica do Rio Verde Grande (BHVG), localizada no norte do estado de Minas Gérias e sul da Bahia se caracteriza pelo longo espaçamento entre as chuvas e baixa pluviosidade anual. O aumento da população, combinado à longos períodos de estiagem, altas temperaturas e alta taxa de insolação, fazem com que a região apresente um relevante déficit hídrico (Silva et al. 2008).

Neste sentido, estudos que apresentam a correlação entre o uso e ocupação do solo com as condições climáticas possuem grande importância para o estabelecimento de medidas e ações visando o desenvolvimento sustentável, auxiliando órgãos públicos e privados na gestão dos recursos hídricos (Farley et al. 2005)

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a interferência do uso e ocupação do solo na vazão do rio principal da BHVG.

## MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do rio Verde Grande (BHVG) possui uma área de drenagem de aproximadamente 31.410 km<sup>2</sup> e está localizada dentro da bacia do rio São Francisco, ao norte do estado de Minas Gerais (MG) e sudoeste do estado da Bahia

(BA). Estão inseridos nesta bacia um total de 35 municípios, sendo vinte e sete municípios em MG e os demais no estado baiano.

Foram usadas duas estações hidroclimáticas, sendo uma pluviométrica e a outra fluviométrica, escolhidas devido à maior consistência dos dados e também por possuírem uma série histórica grande, onde foi possível trabalhar todos os fatores propostos no estudo. Ambas estações estão localizadas em Jaíba, cidade ao centro da bacia, e são de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), seus dados estão disponíveis no sistema HidroWeb (<http://hidroweb.ana.gov.br>).

Com os dados da série história de vazões foram trabalhadas, no período de 1987 a 2014, as vazões de referência mínima média de sete dias consecutivos com tempo de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ) e vazões de permanência de 90 e 95% ( $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ). O cálculo para a  $Q_{7,10}$  seguiu o modelo de Gumbel, que se ajusta satisfatoriamente à distribuição de valores extremos de grandezas hidrológicas. As vazões de referência  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$  foram obtidas através das curvas de permanência.

Para classificar a região quanto ao uso e ocupação do solo foram usadas as imagens da base de dados MapBiomas, da

coleção 3.1. O MapBiomas é “uma iniciativa multi institucional envolvendo universidades, ONG’s e empresas de tecnologia que se uniram para contribuir com o entendimento das transformações do território brasileiro a partir do mapeamento anual da cobertura e uso do solo no Brasil” (Projeto MapBiomas, 2019). Assim foram utilizadas as imagens dos anos de 1987, 1997, 2007 e 2017 para que fossem feitas as análises temporais da evolução da cobertura do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação da cobertura vegetal feita pelo processamento das imagens gerou os mapas de uso e ocupação do solo, que são apresentados na Figura 1. As imagens mostram uma classificação temporal, onde foram analisados os anos de 1987, 1997, 2007 e 2017, respectivamente.

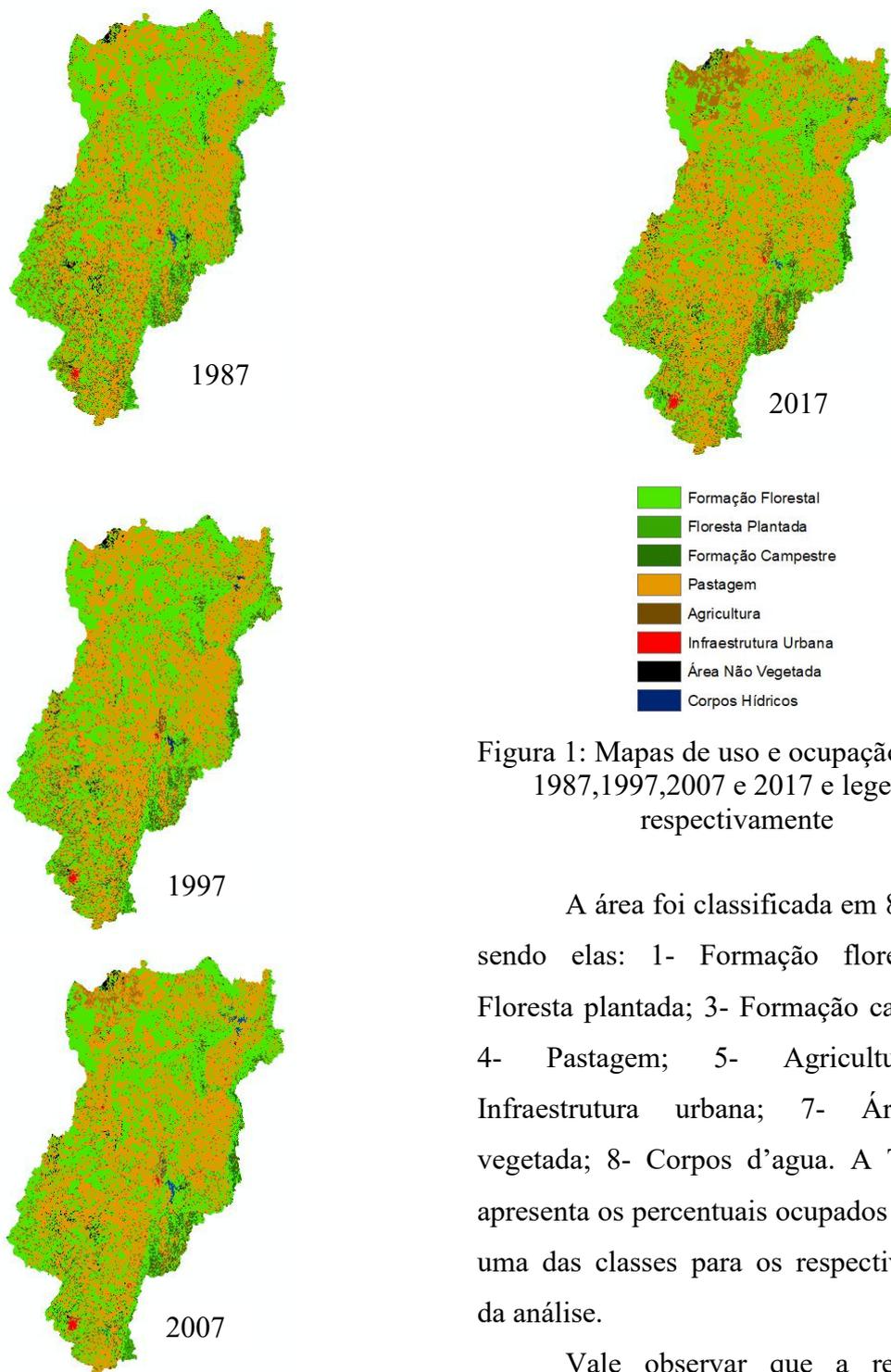


Figura 1: Mapas de uso e ocupação do solo, 1987,1997,2007 e 2017 e legenda, respectivamente

A área foi classificada em 8 classes, sendo elas: 1- Formação florestal; 2- Floresta plantada; 3- Formação campestre; 4- Pastagem; 5- Agricultura; 6- Infraestrutura urbana; 7- Área não vegetada; 8- Corpos d'agua. A Tabela 1 apresenta os percentuais ocupados por cada uma das classes para os respectivos anos da análise.

Vale observar que a região da BHVG já se encontrava antropizada no ano que em que se iniciou o estudo, 1987, com alta abrangência das classes pastagem e

agricultura que totalizaram, neste ano, aproximadamente 50% da área total.

| Classes               | 1987 | 1997 | 2007 | 2017 |
|-----------------------|------|------|------|------|
| Formação Florestal    | 46,6 | 44,6 | 44,1 | 40,7 |
| Floresta Plantada     | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,5  |
| Formação Campestre    | 2,0  | 1,9  | 2,4  | 1,7  |
| Pastagem              | 42,7 | 45,3 | 45,7 | 46,0 |
| Agricultura           | 7,0  | 6,7  | 6,1  | 10,0 |
| Infraestrutura Urbana | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,3  |
| Área não vegetada     | 0,9  | 0,7  | 0,8  | 0,7  |
| Corpos D'água         | 0,3  | 0,3  | 0,4  | 0,2  |

Tabela 1: Porcentagem de usos

Com caráter expansivo, a pecuária apresenta a classe com maior ocupação dentro da bacia, apresentando 42,7% em 1987 e finalizando o estudo com 46% da área total. Áreas como esta, que apresentam um grande pisoteio de animais, que por sua vez podem aumentar a vazão médias dos rios, pois a água não consegue penetrar corretamente no solo Fearnside (2004).

Com valores em torno de 7% no início do estudo e chegando a quase 10% ao final, a agricultura é uma grande consumidora de água dentro da bacia. De acordo com o plano de recursos hídricos, 90% do seu total é irrigada, principalmente por pequenos produtores, que em sua maioria não possuem o manejo adequado, contribuindo para perda de recursos ao longo de toda a bacia. Em culturas permanentes, como fruticultura e pasto a vazão médias tende a aumentar inicialmente,

devido ao desmatamento, mas se normaliza após desenvolvimento das culturas. Já em culturas anuais, a tendência é que as vazões aumentem durante os períodos chuvosos (Tucci e Clarke, 1997).

A classe vegetação florestal apresentou um decaimento de aproximadamente 6% durante o período estudado. Área esta que foi substituída por pastagens e áreas de agricultura. Segundo Tucci (2002), o escoamento superficial tende a aumentar quando há retirada da vegetação nativa, ocorrendo o aumento do coeficiente de escoamento. Por outro lado, as áreas onde ainda se sustentam as vegetações nativas apresentam uma maior estruturação do solo, uma capacidade de infiltração maior, fazendo com que as águas permaneçam por mais tempo nestas áreas, diminuindo assim o escoamento superficial dos leitos, efeito este já observado por Vanzela et al. (2010). Porém, para regiões secas, as florestas funcionam como agente regulador das vazões, podendo até diminuir as vazões médias dos mananciais em virtude do aumento da evapotranspiração, como explica Vieira (2007).

Os centros urbanos apresentam aumento considerável em sua área. Conseqüentemente pode-se afirmar o

aumento da população fazendo com que o consumo de água ao longo de toda bacia aumente. Destacando a cidade de Montes Claros, com população superior a 400 mil pessoas.

Os corpos hídricos obtiveram áreas significativamente baixas, com diminuição expressiva da área, principalmente quando comparados os anos de 2007 e 2017 onde houve o decréscimo de 0,1% o que representa 70 km<sup>2</sup>, evidenciando assim a diminuição do nível dos corpos hídricos e das barragens, e por consequente a vazão média dos rios.

A classe Floresta Plantada, expressa pouca diferença em porcentagem do total da área ao longo dos anos, apresentando variação de 0,2%. Por apresentar um total muito pequeno e estar localizada ao extremo sul da bacia, esta classe não aponta influência significativa no escoamento superficial da bacia.

O Gráfico 1 traz um resumo dos cálculos realizados sobre a Q<sub>7,10</sub>, Q<sub>90%</sub> e Q<sub>95%</sub> e também das informações sobre as precipitações totais anuais para todo o período do estudo. Os cálculos de vazão mínimo de sete dias, e das vazões de permanência apresentaram resultados esperados.

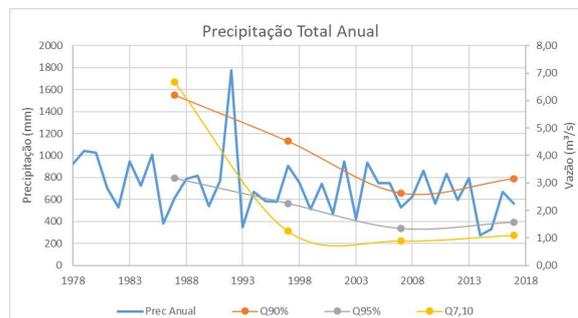


Gráfico 1: Resumo das vazões e precipitações

Também foram feitas análises sobre a vazão média mensal do rio Verde Grande e sobre a distribuição mensal de precipitações para cada período de tempo bem como a média total da bacia. Os Gráficos 2 e 3 abaixo apresentam os resultados das análises.

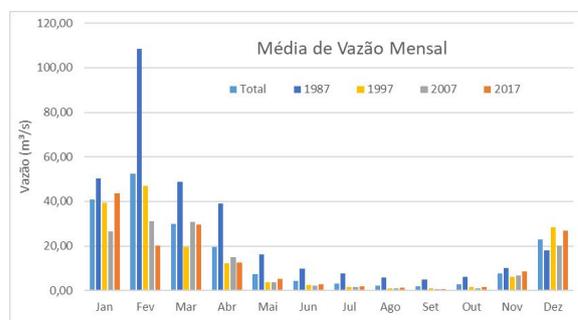


Gráfico 2: Média mensal de vazão

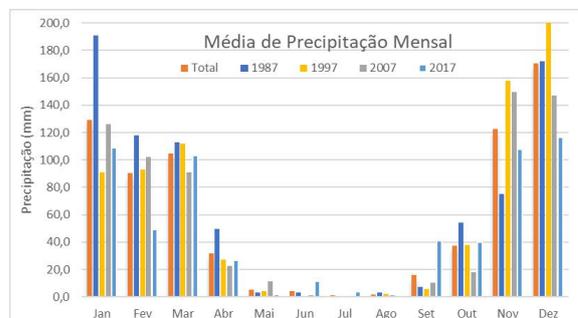


Gráfico 3: Média mensal de precipitação

Em 1987 os valores obtidos foram de 6,68 , 6,20 e 3,17 m<sup>3</sup>/s, para Q<sub>7,10</sub>, Q<sub>90%</sub> e Q<sub>95%</sub> respectivamente, já em 1997 estes valores foram de 1,26 , 4,52 e 2,26 m<sup>3</sup>/s apresentando já uma redução significativa nas vazões deste período. No ano de 2007 os valores de Q<sub>7,10</sub>, Q<sub>90%</sub> e Q<sub>95%</sub> foram 0,90; 2,63 e 1,35 m<sup>3</sup>/s apresentando um decaimento ainda maior quando comparado ao período anterior do estudo. Já no ano de 2017 os dados mostraram um leve aumento, apresentando os valores de 1,11 , 3,16 e 1,58 m<sup>3</sup>/s para Q<sub>7,10</sub>, Q<sub>90%</sub> e Q<sub>95%</sub>.

Explorando o gráfico 2 e 3 é possível perceber um comportamento interessante sobre a vazão do rio, onde no período de início das chuvas não há alteração no regime fluviométrico, mantendo as vazões em baixos níveis. Após o primeiro mês de chuva, é possível perceber que há um aumento, mesmo que pequeno, nas vazões médias dos rios, valores estes que vão se regularizando com o passar do tempo, e atingem seus valores máximo no terceiro e quarto meses de chuva. Ainda assim é possível perceber a manutenção da vazão dos rios por mais um mês, e somente após algum tempo depois do período das chuvas as vazões apresentam grande decaimento. Este

fenômeno é explicado por UFBA (2011), e é ocasionado pela falta de umidade do solo após um longo período de estiagem, onde os cursos hídricos são abastecidos pelas águas subterrâneas e as primeiras chuvas são destinadas a suprimir a necessidade do lençol freático.

### CONCLUSÕES

Analisando os dados de vazão na calha do rio principal e a redução da classe Corpos Hídricos na série histórica observou-se uma diminuição do nível de água, contudo, isso pode ser explicado de duas maneiras: a diminuição no regime hídrico ou a degradação antrópica dentro da bacia, sendo necessários estudos quantitativos mais detalhadas para a certificação dos resultados.

### REFERÊNCIAS

- FARLEY, K. A.; JOBBÁGY, E. G.; JACKSON, R. B. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology*. v.11, p.1565-1576, 2005.
- FEARNSIDE, P.M. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje* 34(203): 63-65, 2004.
- Projeto MapBiomias – Coleção 3 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 15/06/2019 através do link: <http://plataforma.mapbiomas.org>
- SANTOS, E. H. M. D.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre uso do



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.14, n.8, p.826-843, 2010.

SILVA, S.M.; VELÁSQUEZ, L.N.M.; FREITAS, A.M.; PEREIRA, C.; COSTA, D.A.; SOARES, L.C.; FANTINEL, L. M.; FLEMING, P. M.; RODRIGUES, P. C. H. Hidroquímica das Águas Subterrâneas e Anomalias de Fluoreto em Região do Semiárido Mineiro. In: ABAS, Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 15, Natal. Livro de Resumo, p.209. 2008.

TUCCI, C. E. Impactos da variabilidade climática e do uso do solo nos recursos hídricos. Câmara Temática sobre Recursos Hídricos, Brasília- DF, p. 150, 2002.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v.2, n.1, p.135-152, 1997.

UFBA - Universidade Federal da Bahia, Departamento de Engenharia Ambiental. **Apostila de Hidrologia**, 2011

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.14, n.1, p.55-64, 2010.

VIEIRA, E. O. **Hidrologia aplicada a agricultura**. Montes Claros, 2017.

### ANÁLISE HIDROAMBIENTAL NO CÓRREGO DOCE, BURITIZEIRO / MG

LARISSA LUANDA DOS SANTOS

MÔNICA DURÃES BRAGA

RAFAEL ALEXANDRE SÁ

#### Resumo

Os recursos hídricos são essenciais para desenvolvimento e manutenção da vida. Assim, ao compreender os aspectos correlacionados com a qualidade e manutenção das bacias hidrográficas, permite-lhe alinhar métodos e ações para a conservação dos mesmos. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi estudar a Bacia Hidrográfica do Córrego Doce, em Buritizeiro, no Estado de Minas Gerais. Para tanto, foram coletadas amostras mensais por 12 meses consecutivos e analisados os parâmetros de: temperatura, OD, DBO, turbidez, sólidos totais, nitrogênio, fósforo, pH e Escherichia coli. Desse modo, os resultados obtidos corresponderam ao esperado quanto às variações ao longo do tempo, ao considerar o período chuvoso (outubro a março), estiagem (abril a junho) e seco (julho a setembro). Sendo o período chuvoso, o que mais apresentou parâmetros fora do esperado. Por essa razão, os modelos analisados ultrapassaram, em algum momento, os valores estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 e DN COPAN 01/08 para classe 2. Isto exceto para os critérios de temperatura, pH, sólidos totais e Nitrogênio. O curso hídrico merece atenção e cuidado, além de monitoramento frequente e ações de intervenção que possibilitem maior segurança para seus usos pretendidos.

**Palavras chave:** Parâmetros. Qualidade. Água.

#### Abstract

Water resources are essential for life development and maintenance. Thus, understanding the aspects correlated with the quality and maintenance of watersheds allows you to align methods and actions for their conservation. Given this, the objective of this work was to study the Córrego Doce Watershed, in Buritizeiro, Minas Gerais State. For this, monthly samples were collected for 12 consecutive months and analyzed the parameters of: temperature, OD, BOD, turbidity, total solids, nitrogen, phosphorus, pH and Escherichia coli. Thus, the results obtained corresponded to the expected variations over time, considering the rainy season (October to March), drought (April to June) and dry season (July to September). Being the rainy season, which presented more parameters than expected. For this reason, the models analyzed exceeded, at some point, the values established by Resolution Conama 357/05 and DN COPAN 01/08 for class 2. This except for the criteria of temperature, pH, total solids and nitrogen. The water course deserves attention and care, as well as frequent monitoring and intervention actions that enable greater safety for its intended uses.

**Keywords:** Parameters. Quality. Water.

#### INTRODUÇÃO

Os cursos hídricos tratam-se de um bem essencial para atividades humanas que é a água. Na atualidade, é alvo de diversas discussões e estudos acerca dessa temática, de tal modo, tornou-se uma grande preocupação atual para a maioria das pessoas, em geral. Em especial, quanto à degradação ambiental das águas e sua

escassez, que atingi vários cursos d'água.

Uns dos principais fatores para essa degradação é o aumento da população mundial e mau uso desse recurso hídrico.

A falta de proposta de gestão e monitoramento, administração adequada e ausência de planos diretores voltados para ocupação do solo constituem fatores responsáveis pela escassez dos rios e

consequentes conflitos pelo uso da água (FONSECA; MENDONÇA, 2013). Os cursos d'água são drasticamente comprometidos com ações antrópicas ainda pouco contidas no planeta terra. Logo, a gestão dos cursos hídricos ganham ênfases, visto que a água é um patrimônio natural, crucial para sociedade e substancial para a conservação dos ecossistemas.

Desse modo, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal número (nº) 9.433/1997, prever normas e princípios para gestão de cursos hídricos ao adotar a definição que hidrográfica é a unidade territorial para efetivação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A Resolução Conama nº 357/2005, propõe o monitoramento de águas superficiais e subterrâneas, que é estipulado como a mensuração de parâmetros de qualidade das águas, de forma contínua ou periódica. Sendo assim, um fator primordial para a adequada gerência dos recursos hídricos, porque permite a caracterização e a análise de tendências em bacia hidrográficas brasileiras.

Nessa concepção o estudo e a caracterização das bacias hidrográficas tornam-se importantes instrumentos na ordenação e gestão. Desta forma, este estudo propõe-se analisar o Córrego Doce, na cidade de Buritizeiro, no Estado de Minas Gerais (MG), uns dos afluentes do rio São Francisco. Desse modo, logo, após compreender a caracterização de bacias hidrográficas foi possível analisar várias questões associadas a dinâmica ambiental e sua vulnerabilidade.

Assim sendo, com ausência do controle dos impactos ambientais e falta de planejamento para conservação dos recursos hídricos, faz-se necessário um estudo para determinar os principais problemas que possam comprometer a qualidade das águas nos rios. Não obstante, nessa concepção a motivação para a realização dessa pesquisa, se deu pelos impactos ambientais ocasionado por ações antrópicas ao longo no Córrego Doce em Buritizeiro, MG.

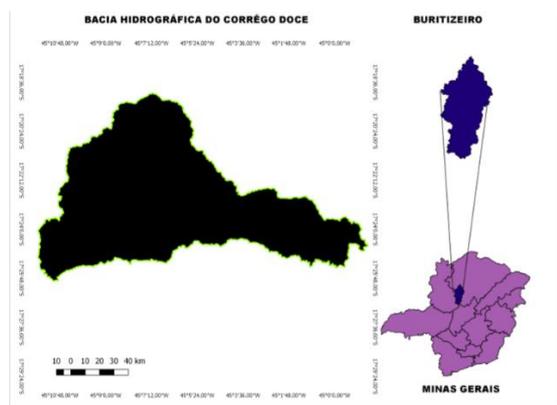
O objetivo do estudo é avaliar qualitativamente o curso hídrico da bacia hidrográfica do Córrego Doce, no município de Buritizeiro - MG. Ao realizar, assim, avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos ao longo

de 12 meses e o geoprocessamento da área estudada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A área de estudo encontra-se na cidade de Buritizeiro, situada ao interior do estado de Minas Gerais, a cidade possui uma área total de 7.218,401 quilômetros quadrado (km<sup>2</sup>), com distância de 354,2 Km da capital mineira, Belo Horizonte, tem 28.335 habitantes e é integrada a bacia hidrográfica do córrego Doce - dados referenciados pelo *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE) – Censo Demográfico, 2010. A bacia hidrográfica do córrego Doce, por sua vez, tem 151,22 km<sup>2</sup>, fica aproximadamente 8 km da cidade de Buritizeiro - MG conforme figura abaixo.



**Figura 1:** Mapa da Bacia Hidrográfica do Córrego Doce. **Fonte:** Próprio Autor.

### Coleta de dados

Os períodos de coletas foram realizados em 12 meses, ao efetivar as coletas em período chuvoso, estiagem e seca. A coleta de amostras de água teve como finalidade a realização das análises físico-químicas e bacteriológica. Os parâmetros analisados foram: Temperatura, OD, DBO, Turbidez, sólidos totais, Nitrogênio, Fósforo, pH e *Escherichia coli*.

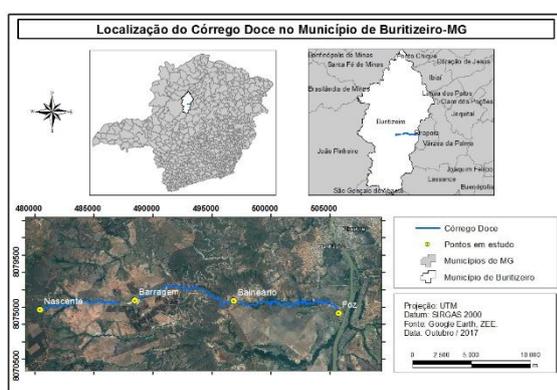
As análises foram realizadas no laboratório das Faculdades Santo Agostinho com método do *eco kit* para terminar os parâmetros de Fósforo, Nitrogênio e ph. Os parâmetros de OD e DBO foram efetivados pelo aparelho medidor de oxigênio (oxímetro) que determinou a quantidade de OD presente na água e o DBO depois de 5 dias a 20° Celsius (C). Quanto aos sólidos totais, DBO<sub>5</sub> e bactérias do grupo coliforme, foi utilizado o método proposto pelo *Standard Methods for Water and Wasterwather* (APHA, 2005).

Por essa razão, a temperatura foi aferida por um termômetro no mesmo dia da coleta. E a turbidez medida pelo aparelho turbidímetro. Assim sendo, os sólidos totais decorreram-se conforme método padrão que consiste em coletar uma quantidade de 100 ml de água

colocadas no Becker e direcionadas a estufa numa temperatura de 100° C.

A análise microbiológica realizou-se com 10 milímetro (ml) do reagente *Rapidhi coliforme*, foram distribuídos em 60 tubos de ensaio, em seguida, pipetados por 0,1 ml, 1 ml e 10 ml de amostras de água separadas com seus respectivos pontos de coletas.

O trajeto foi demarcado com uso do *Guia da Previdência Social* (GPS) Marca Garmin Modelo *Etrex*, para determinação das coordenadas dos pontos. A figura abaixo representa os pontos onde foram coletadas as amostras de água.



**Figura 2:** Localização do Córrego Doce e pontos de amostragem. **Fonte:** Próprio Autor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

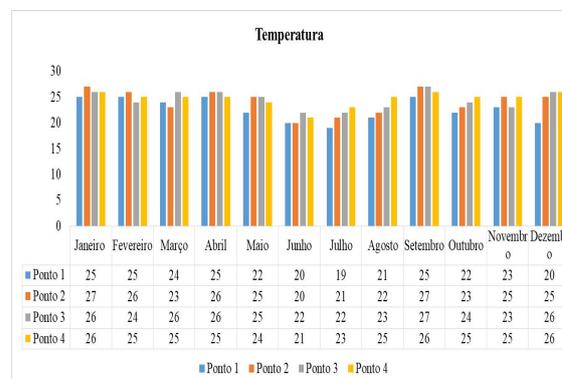
Os resultados encontrados para os parâmetros bacteriológicos, físico-químicos foram obtidos ao longo do período de análise elaborados nos meses de agosto de 2018 a julho de 2019.

Desse modo, cada parâmetro foi exposto e analisado individualmente e confrontados com valores estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 e DN COPAM 01/08 para classe 2.

### Temperatura

A temperatura tem influência na vida aquática dos organismos, ao determinar, assim, o metabolismo, respiração e decomposição da matéria orgânica (SILVA, 2010). Desse modo, aquela, pode interferir nas reações químicas, físicas e biológicas (VON SPERLING, 2007).

Constata-se que nos meses mais quentes ocorreram aumento das temperaturas e nos meses de junho e julho que são meses mais secos a temperatura diminui. A Resolução Conama n° 357/05 e a DN COPAM N°01/08 não estabelece padrões para o parâmetro de temperatura.



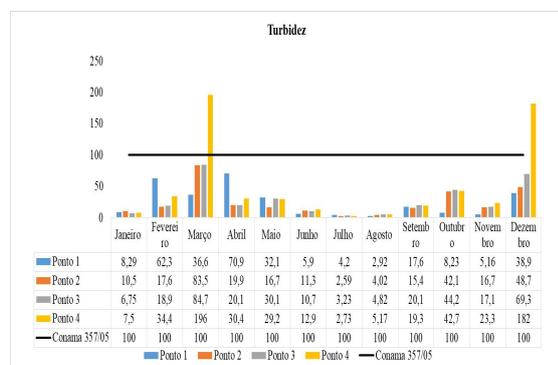
**Figura 3:** Resultados de Temperatura no Córrego Doce em Buritizeiro/MG. **Fonte:** Próprio Autor.

### Turbidez

Com as partículas suspensas na água ocasiona a turbidez. A mesma faz com que a luz solar não consiga penetrar através da água, por impedir que a fotossíntese aconteça, de tal modo, diminui a produção de oxigênio e compromete o habitat aquático (FARIAS, 2006).

Assim sendo, ao analisar a imagem 4 pode-se verificar que ocorreu aumento da turbidez nos meses de março e dezembro, meses que ocorrem precipitações na região, sendo assim, foram ultrapassados o valor de 100 UNT, estabelecido pela Resolução Conama 357/05 e DN COPAM 01/08 para classe 2.

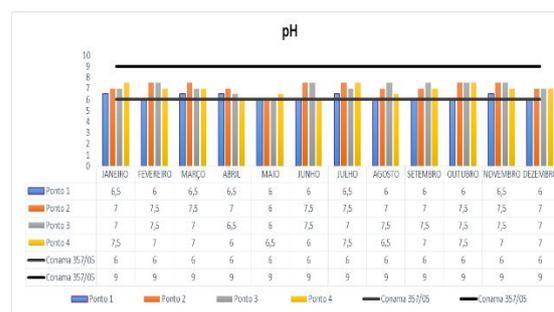
Alves *et al.* (2017) obtiveram resultados similares na Bacia do Rio Setúbal em Jenipapo de Minas - MG, com aumento da pluviosidade os valores de turbidez elevaram, em comparação, aos meses secos que indicam elevados processos de erosão na bacia.



**Figura 4:** Resultados de Turbidez no Córrego Doce em Buritizeiro/MG. **Fonte:** Próprio Autor.

### pH

Os resultados de pH, expostos na figura 5, estão em conformidade com a Resolução Conama 357/05 e pela DN COPAM 01/08 que estabelece valor de 6 a 9.



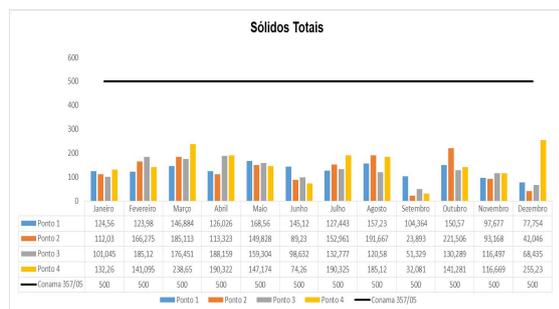
**Figura 5:** Resultados de pH no Córrego Doce em Buritizeiro/MG. **Fonte:** Próprio Autor.

### Sólidos Totais

Os sólidos totais se mantem após a evaporação e secagem em estufa por um determinado tempo e uma temperatura adequada para realização do processo (ALCÂNTARA, 2010).

Assim sendo, o valor obtido no parâmetro de sólido total não ultrapassa à importância máxima permitido pela classe 1,2 e 3, que é de 500 miligramas por litro (mg/L), de acordo com a Resolução Conama 357/05, para a DN COPAM 01/08 o valor é de 100 mg/L, sendo assim, ultrapassado. No ponto 4 esse valor foi maior nos meses de dezembro a março, este aumento esteve ligado às atividades antrópicas desenvolvidas na bacia ou períodos chuvosos onde existe aumento de

sedimentos carreados pela água da chuva. (BONAPAZ *et al.*, 2018). No mês de setembro foi apresentando os menores valores para ponto 1,2,3 e 4, devido ao período de seca na região.



**Figura 6:** Resultados de Sólidos Totais no Córrego Doce em Buritizeiro/MG. **Fonte:** Próprio Autor.

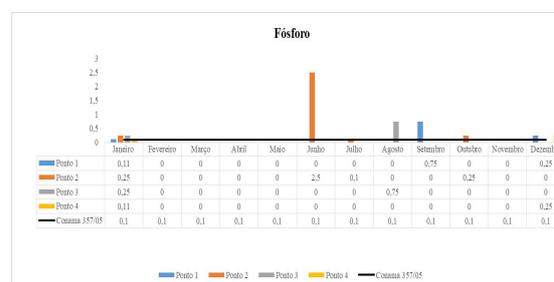
### Fósforo

O fosfato é um elemento crucial que favorece o crescimento de microrganismos que são estabilizadores da matéria orgânica. No manancial, ele se apresenta na forma de ortofosfato, fosfato orgânico e polifosfato (ALMEIDA, 2013).

Nesse sentido, verificou-se que a fonte antropogênica é decorrente dos despejos doméstico, industriais, detergentes, fertilizantes e excrementos de animais (VON SPERLING, 2007).

Por essa razão, o fósforo total estabelecido na Resolução Conama 357/05 para cursos hídricos de classe 2 é de 0,020 mg/L em ambiente lénticos e de 0,1 mg/L para ambientes lóticos. No ponto 2, no mês de junho, época de estiagem registrou-se maior alteração no valor desse elemento

químico. Damasceno *et al.* (2015) em estudos realizados com amostras do rio Setúbal encontrou valores semelhantes do parâmetro de fósforo em época de estiagem, com isso infere-se que as fontes causadoras são pontuais, ou excesso de nutrientes acumulados no barramento do rio Setúbal transportado pela água.



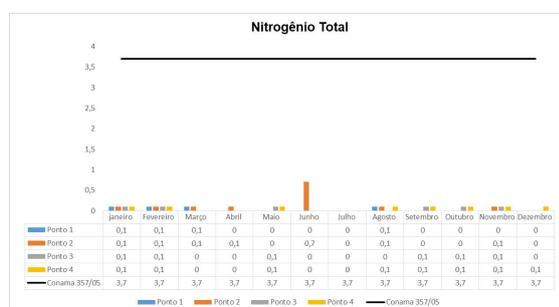
**Figura 7:** Resultados de Fósforo no Córrego Doce em Buritizeiro/MG. **Fonte:** Próprio Autor.

### Nitrogênio

O nitrogênio é essencial para realização do metabolismo dos ecossistemas. Isso acontece devido à presença de proteínas que fazem parte da biomassa (SILVA, 2012).

Desse modo, a fonte antropogênica é decorrente dos despejos doméstico, industriais, detergentes, fertilizantes e excrementos de animais (VON SPERLING, 2007). A Resolução Conama 357/05 estipula as concentrações de nitrogênio de 3,7mg/L para  $\text{pH} \leq 7,5$  e 2,0 mg/L para  $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$  para as classes 1 e 2 (BRASIL, 2007).

No ponto 2, mês de junho, na época de estiagem, registrou-se maior valor de nitrogênio. De acordo com Damasceno *et al.* (2015) isso ocorreram devido as atividades antropogênicas na bacia, como, por exemplo, uso de fertilizantes. Nos outros meses os valores não ultrapassaram à quantia estabelecido pela Resolução.

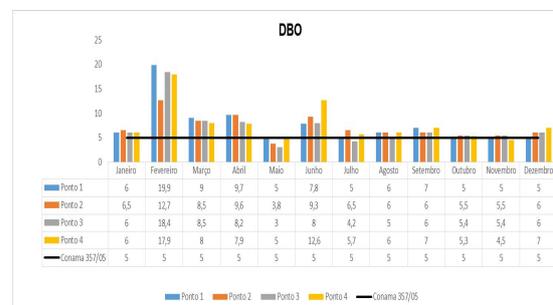


**Figura 8:** Resultados de Nitrogênio no Córrego Doce em Buritizeiro/MG. **Fonte:** Próprio Autor.

## DBO

A DBO é quantidade de oxigênio para estabilizar a matéria orgânica que é decomposta pelos microrganismos presentes na água (FARIAS, 2006). Para cursos hídricos de classe 2 a Resolução Conama designa um valor de até 5 mg/L. Verificou-se maior concentração de DBO nos meses de fevereiro e junho, para Alves *et al.* (2017), isso ocorre devido a existência substâncias biodegradáveis e matéria orgânica que funciona como índice de qualidade, quanto maior for a

quantidade de substâncias orgânicas maior será o DBO.



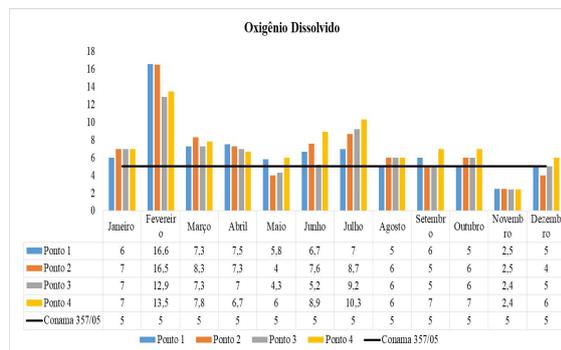
**Figura 9:** Resultados de DBO no Córrego Doce em Buritizeiro/MG. **Fonte:** Próprio Autor.

## OD

Segundo Sperling (1996), O oxigênio dissolvido é de grande importância para os microrganismos aeróbio, as bactérias consomem o oxigênio para consolidar a matéria orgânica, surge na água por meio da fotossíntese ou por métodos físicos.

Desse modo, ao comparar os resultados com o valor de >5,0 mg/L estabelecido pela Resolução Conama 357/05, verificou-se queda de OD no mês de novembro nos pontos 1, 2, 3 e 4, ao considerar que novembro é um mês chuvoso que estão associadas a material orgânico que utiliza o oxigênio para degradação (VON SPERLING, 2007).

Os valores iguais ou superiores a 5 mg/L estão de acordo com a Resolução Conama 357/05 e indica, que há uma poluição no córrego (PONTES *et al.*, 2012).



**Figura 10:** Resultados de Oxigênio Dissolvido no Córrego Doce em Buritizeiro/MG. **Fonte:** Próprio Autor.

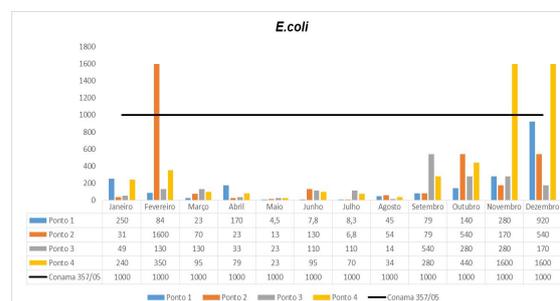
### *E. coli*

O termo “coliformes termotolerantes” refere-se a um grupo de bactérias como as dos gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas presentes em fezes de animais de sangue quente. Por essa razão, essas bactérias crescem rapidamente com a temperatura de 44,5 °C. Servem como indicador de poluição sanitária, sendo de grande importância para análises de qualidade dos cursos d’água, as mesmas podem causar doenças que propagam em rios (ALMEIDA, 2013).

1.000 NMP/100mL, é o limite definido pela Resolução Conama nº 357/2005 para cursos hídricos classe 2. Assim, nos meses de fevereiro, novembro e dezembro houve maior incidência de precipitação à medida que se encontrou valor maior de *E. coli*. A presença de *E. coli*, na água, aponta contaminação não

somente fecal, porque são copiosos nas fezes humanas e de animais (VON SPERLING, 2007).

Alves *et al.* (2017) preconiza que os valores de *E. coli* são provenientes de descargas de esgotos domésticos, decomposição da matéria orgânica.



**Figura 11:** Resultados de *E. coli* no Córrego Doce em Buritizeiro / MG. **Fonte:** Próprio Autor.

## CONCLUSÕES

Os resultados encontrados correspondem ao esperado quanto às variações ao longo do tempo, ao considerar período chuvoso (outubro a março), estiagem (abril a junho) e seco (julho a setembro). Sendo o período chuvoso, o que mais apresentou parâmetros fora do esperado.

Ainda, os parâmetros analisados ultrapassaram, em algum momento, os valores estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 e DN COPAM 01/08 para classe 2. Isto exceto para os parâmetros: temperatura, pH, sólidos totais e Nitrogênio.

O curso hídrico merece atenção e cuidado, além de monitoramento frequente e ações de intervenção que possibilitem maior segurança para seus usos pretendidos.

### REFERÊNCIAS

-Artigo em publicado periódico:

ALCANTARA, D. C. **Avaliação da qualidade da água em mananciais superficiais:** estudos para criação de unidade de conservação em Itapema / SC. 2010. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. p. 18-60.

-Artigo em publicado periódico:

ALMEIDA, J. C. de. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos.** 2013. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pelotas, 2013. p. 26-44.

-Artigo em publicado periódico:

ALVES, M. G. L.; VIEIRA, C.A.S.; ROCHA, B. A.; GUEDES, R. F. M. **Qualidade da água do rio Setúbal em Jenipapo de Minas - MG após construção de barragem.** Taubaté, Brasil. Revista Ambiente e Água, v. 12, n. 6, 2017.

-American Public Health Association

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. American public health association, 2002.

-Artigo em publicado periódico:

BONAPAZ, R. S.; ROTA, A.; SILVA, M. G. B.; CHANIVSKI, K.; LARA, L.;

NOGUEIRA, L. **Bacia do rio da Pedras:** as propriedades socioambientais e sua importância para o município de Guarapuava e região, Guarapuava, Brasil. Revista de Estudos Sociais, v. 1, n. 1, 2018.

-Lei Federal

BRASIL. **Lei Federal n. 9.433, de 8 de janeiro.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

-Resolução

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama n. 357, de 17 de março.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005.

-Lei Federal

\_\_\_\_\_. **Lei Estadual n.01, de 5 de maio.** Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 13 mai. 2008.

-Artigo em publicado periódico:

DAMASCENO, M. C. S. D.; RIBEIRO, H. M. C.; TAKIYAMA, L. R.; PAULA, M. T. **Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá.** Amapá, Brasil. Revista Ambiente e Água, v. 10, n. 3, 2015.

-Artigo em publicado periódico:

FARIAS, M. S. S. de. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio cabelo.** 2006. 152 f. Tese (Doutorado) -Universidade Federal de Campina Grande -UFCG, Campina Grande, 2006. p.52-98.

-Artigo em publicado periódico:

FONSECA, S. F.; MENDONÇA, G. L.; SANTOS, T. M. **Evolução das Questões Ambientais em Buritizeiro, Estado de Minas Gerais, Brasil.** Revista OKARA: Geografia em debate, v7, n. 2, p. 277-291, 2013.

-Instituto



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do censo de 2010.**

**água de rios.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 2007. p. 493-511.

-Artigo em publicado periódico:  
PONTES, P. P.; MARQUES, R. A.; MARQUES, F. G. **Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na microbacia do Córrego Banguelo.** Contagem, Brasil. Revista Ambiente e Água, v. 7, n. 3, 2012.

-Artigo em publicado periódico:  
SILVA, C. S. L. M. **Utilização de Ensaio Ecotoxicológicos na Avaliação de Risco Ambiental Promovido por Pesticidas: caso estudo Brejo do Cagarrão.** 2012. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior Agrária de Beja, Beja, 2012. p. 98-125.

-Livro  
SPERLING, V. M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1996.

-Capítulo de Livro  
\_\_\_\_\_. Modelagem de coliformes. In: **Estudos e modelagem da qualidade da**

**CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA E GERAÇÃO PER-CAPTA DOS  
RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM UMA RESIDÊNCIA EM TRÊS  
CORAÇÕES - MG**

ANANDA KELLY DE ABREU MARIANO  
ROSANGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES

**Resumo**

*O exacerbado crescimento populacional associado ao ritmo acelerado de desenvolvimento vem acarretando um maior volume e diversidade de resíduos sólidos urbanos gerados. Para que haja uma melhor gestão e gerenciamento desses resíduos é preciso primeiramente conhecer o que se é gerado. Sendo assim, o objetivo deste estudo é levantar dados quantitativos e qualitativos e a geração per-capta de resíduos sólidos de uma residência situada na cidade de Três Corações – MG. Para caracterização quantitativa foram realizadas coletas diárias dos resíduos sólidos domiciliares - RSD, totalizando sete coletas, no período compreendido de 10 a 16 de junho 2019. Os resíduos foram separados em resíduo seco, orgânico e rejeito. Posteriormente a pesagem total obteve-se a geração per-capta dos resíduos, somando-se a pesagem total dos resíduos, obtendo-se a massa média por dia e dividindo-se pelo número de moradores da residência. Maiores gerações foram observadas no meio de semana, onde os moradores permaneceram em casa. O componente predominante foi à matéria orgânica (45%), que poderia ser reaproveitada em processos de compostagem, grande é a parcela de rejeito com 42%, atribuída a presença de criança que ainda faz o uso de fraldas descartáveis e produtos higiênicos e recicláveis com 13% parcela esta que poderia ser reciclada, visto que na cidade possui uma associação de catadores de materiais recicláveis. A geração per-capta da residência segue a média nacional para municípios do porte de três Corações, sendo de 0,694 kg.hab.dia<sup>-1</sup>.*

**Palavras chave:** Gravimetria. Gerenciamento de resíduos sólidos. Análises quali-quantitativas.

**Abstract**

*The exacerbated population growth associated with the rapid pace of development has led to a larger volume and diversity of urban solid waste generated. In order to have a better management and management of these wastes it is first necessary to know what is generated. Thus, the objective of this study is to gather quantitative and qualitative data and the per-capita solid waste generation of a residence located in the city of Três Corações - MG. For quantitative characterization daily collections of household solid waste - RSD were performed daily, totaling seven collections, from 10 to 16 June 2019. The residues were separated into dry, organic and tailings. Subsequently, the total weighing obtained the per-capita generation of the waste, adding the total weighing of the waste, obtaining the average mass per day and dividing by the number of residents of the residence. Larger generations were observed at midweek, where residents remained at home. The predominant component was organic matter (45%), which could be reused in composting processes, large is the 42% rejection share, attributed to the presence of a child who still uses disposable diapers and hygienic and recyclable products. 13% of this could be recycled, since in the city has an association of waste pickers. The per-capita generation of the residence follows the national average for municipalities with the size of three Hearts, which is 0.694 kg.hab.day<sup>-1</sup>.*

**Keywords:** Gravimetry. Solid waste management. Quali-quantitative analyzes.

## INTRODUÇÃO

Após a II Guerra Mundial o ritmo do desenvolvimento vem se acelerando, com uma industrialização crescente enfatizada por uma maior produção, acarretando um maior volume e diversidade de resíduos gerados, oferecendo risco potencial ao meio ambiente.

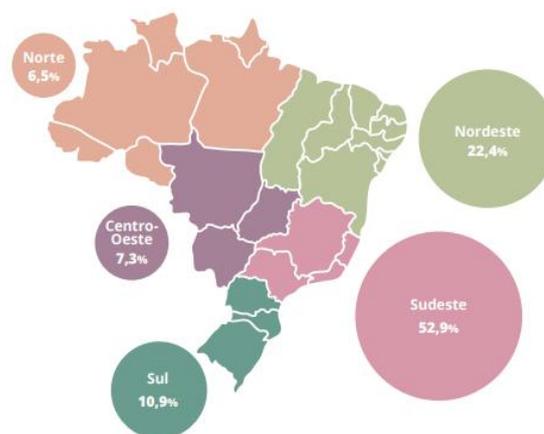
Atualmente, a problemática ambiental da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) constitui um sério desafio enfrentado, influenciado pelo avanço tecnológico, onde os produtos têm a obsolescência programada, e os hábitos da população possuem uma grande interferência, com o uso de descartáveis mais frequente pela praticidade e rapidez, em consequência a maior geração de resíduos com características mais complexas, tornando difícil seu manejo, tratamento e disposição final (MORAES, 2011).

Araújo e Costa (2000) alertam sobre o crescimento de áreas de acúmulo de lixo devido à disposição final ambientalmente inadequada e a gestão e gerenciamento de resíduos ineficientes, que na maioria das vezes não possuem destinação final ambientalmente adequada, como o reaproveitamento, reciclagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e

Resíduos Especiais – Abrelpe (2017), o montante de RSU coletado em 2017 foi de 71,6 milhões de toneladas (Figura 1), registrando um índice de cobertura de coleta de 91,2%, o que evidencia que 6,9 milhões de toneladas de resíduos não foram coletados e, conseqüentemente, tiveram um descarte inadequado.

**Figura 1.** Participação das regiões do país no montante de RSU coletado



Fonte: ABRELPE (2017)

A maior participação na geração de RSU se concentra na região sudeste com 52,9%, onde se concentra os 3 estados mais populosos do Brasil: São Paulo, seguido por Minas Gerais e Rio de Janeiro, e conseqüentemente com uma maior população há uma maior geração de resíduos.

Essa tem sido uma das maiores preocupações dos órgãos de gestão e pesquisadores da área, pois o crescimento acelerado das metrópoles faz com que as áreas disponíveis para disposição final dos

RSU tornem-se escassas (SISINNO; OLIVEIRA, 2000).

Os resíduos sólidos urbanos gerados pelo município de Três Corações são coletados e destinados ao aterro sanitário municipal, que recebe cerca de 40 toneladas de resíduo doméstico e comercial diariamente (Figura 2).

**Figura 2.** Vista do aterro municipal de Três Corações – MG



Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017) o município possui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que é uma das exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O sistema de gerenciamento integrado envolve as etapas de caracterização, acondicionamento, coleta, transporte, segregação e tratamento.

O PMGIRS deverá ter em seu conteúdo o diagnóstico da situação quanto à geração no respectivo território, indicando a origem, o volume, a caracterização e as formas de destinação e disposição final (BRASIL, 2010).

O sistema completo de gerenciamento deve incluir também a prevenção, responsabilidade das empresas quanto ao destino das embalagens e resíduos gerados na extração dos recursos, redução, reutilização e reciclagem e valorização orgânica e energética (ZANETI; SÁ, 2002).

Para haver uma melhor gestão e gerenciamento dos RSU, primeiramente, é preciso conhecer o que se é gerado. A caracterização desses resíduos se apresenta como uma ferramenta essencial para gestão da administração pública, auxilia ao dimensionamento dos aterros sanitários, bem como na elaboração de novos projetos visando a otimização desse gerenciamento.

De acordo com Taveira et al. (2016) a composição gravimétrica dos resíduos domiciliares destinados para o aterro sanitário do município de Três Corações é 53,5 % Orgânico total; 29,7% rejeitos, 16,5% de recicláveis e 0,3% de resíduos perigosos.

Frente à quantidade de resíduos gerados nas cidades e a problemática por eles gerados, a caracterização dos resíduos sólidos urbanos é indispensável para o planejamento de uma gestão adequada pela administração pública, além de oferecer subsídios para novos projetos de gerenciamento e coleta pública municipal.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou levantar dados quantitativos e

qualitativos da geração de resíduos sólidos domiciliares e a geração per-capta numa residência inserida na cidade de Três Corações – MG.

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em uma residência no município de Três Corações – MG, que conta com 3 moradores, sendo dois adultos e uma criança de 2 anos de idade. Sendo que os moradores fazem suas refeições em casa, onde passam o maior tempo.

A coleta convencional de resíduos sólidos urbanos é realizada 3 vezes por semana de forma alternada, sendo os dias de coleta segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira.

Para caracterização quantitativa foram realizadas coletas diárias dos resíduos sólidos domiciliares - RSD, totalizando sete coletas, no período compreendido de 10 a 16 de junho 2019. O processo de caracterização deu-se através da pesagem dos resíduos em uma balança doméstica da marca Milla, com precisão de 25 gramas, com capacidade de 5 quilos no período da manhã.

A análise qualitativa se deu através da separação dos resíduos segregados em

recicláveis, resíduos úmidos compostos por toda fração orgânica gerada e rejeito sanitário composto por todo material de higiene que não possibilita sua reciclagem e reaproveitamento e posterior pesagem, após a pesagem os resíduos eram colocados para fora para a coleta convencional dos resíduos.

A determinação da composição gravimétrica dos RSD foi obtida relacionando a fração total de cada categoria após a separação em relação à massa total das amostras coletadas em cada setor, de acordo equação:

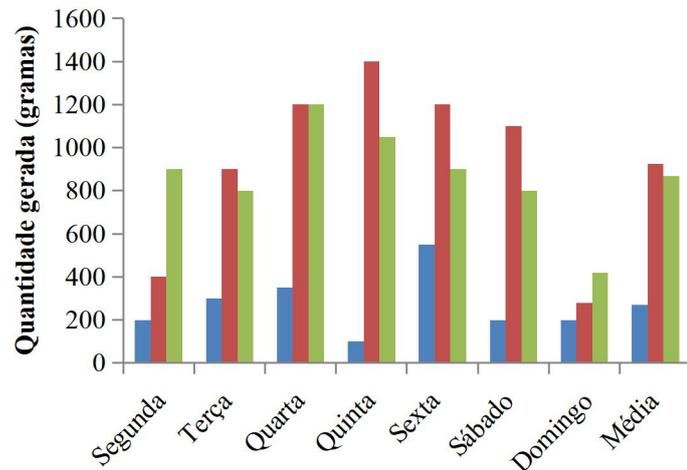
$$C (\%) = \frac{\text{massa da categoria (Kg)}}{\text{massa total (Kg)}} \times 100$$

Onde C = Categoria

Posteriormente a pesagem total dos resíduos sólidos domiciliares obteve-se a caracterização da geração per-capta dos resíduos, somando-se a pesagem total dos mesmos, obtendo-se a massa média por dia e dividindo-se pelo número de moradores da residência.

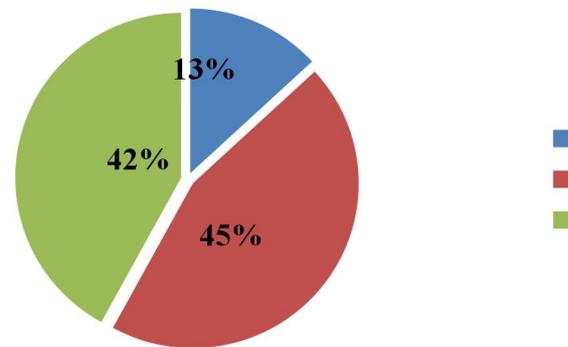
### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 3 e 4 apresentam-se a quantidade diária de resíduo gerado pela residência em estudo e a análise qualitativa e a porcentagem da segregação do descarte domiciliar gerado respectivamente.



**Figura 3.** Valores obtidos na caracterização quantitativa dos resíduos sólidos gerados pela residência de estudo

**Figura 4.** Análise qualitativa do resíduo sólido gerado pela residência de estudo



As maiores gerações foram observadas no meio da semana, sendo relacionado a permanência dos moradores na residência e as menores gerações no domingo quando um dos moradores se ausentou da residência.

Avaliando os dados da pesagem dos resíduos verificou-se a produção total semanal de 14,59 kg de RSD no período de 1 semana, com média diária de 2,06 Kg.dia<sup>-1</sup> e uma geração per-capta de 0,695 kg.hab.dia<sup>-1</sup>, dentro da faixa média obtida por Monteiro et al (2001) para municípios

com população urbana entre 30 a 500 mil, a qual é de 0,5 a 0,8 kg.hab.dia<sup>-1</sup>.

Observou-se grande quantidade de resíduos orgânicos com a geração de 45% seguido do rejeito com 42% dos resíduos gerados e a parcela reciclável de apenas 13%, que é composta principalmente por plástico, papel e metal. Em comparação com dados do IPEA (2012); SNIS (2016) a fração orgânica amostrada se apresenta abaixo da estimativa nacional que é estimada de 50 a 60% e por Taveira (2012), em seu estudo realizado no município de três Corações, com 53,9%, porém cabe

ressaltar que o desperdício com restos de alimentos se faz presente, devido principalmente à dieta infantil que inclui grande variedade de frutas e verduras.

O alto teor orgânico propicia um elevado teor de umidade aos resíduos. Os altos teores de umidade afetam diretamente na velocidade de decomposição da matéria orgânica, no peso específico aparente, no poder calorífico e na produção de lixiviado.

Se houvesse uma separação da fração orgânica dos resíduos gerados, possibilitaria um reaproveitamento através da compostagem, diminuindo significativamente a vida útil dos aterros e diminuiria o teor de humidade dos resíduos, possibilitando a incineração ou outra forma de tratamento para os resíduos secos.

Em contrapartida a parcela de rejeito se apresenta muito alta em relação a média nacional (cerca de 20%). Ressalta-se que a alta geração de rejeito se deve a presença de criança de 2 anos na residência, que ainda faz o uso de fraldas descartáveis e produtos de higiene infantil. A fração de recicláveis foi abaixo da média nacional, que é de, aproximadamente, 30%, percebe-se que os hábitos e costumes de realizar as refeições em casa reduzem consideravelmente a parcela gerada. Porém esse resíduo poderia ser destinado

para o processo de reciclagem, visto que a cidade possui uma associação de catadores de materiais recicláveis.

### CONCLUSÕES

Maiores gerações foram observadas no meio de semana, onde os moradores permaneceram em casa.

O componente predominante foi à matéria orgânica (45%), que poderia ser reaproveitada em processos de compostagem, grande é a parcela de rejeito 42%, atribuída a presença de criança que ainda faz o uso de fraldas descartáveis e produtos higiênicos e reciclável com 13% parcela que poderia ser reciclada, visto que na cidade possui uma associação de catadores de materiais recicláveis.

A geração per-capta da residência seguiu a média nacional para municípios do porte de três Corações, sendo de 0,694 kg.hab.dia<sup>-1</sup>.

### REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. C. B, COSTA, M. Lixo no ambiente marinho. *Ciência Hoje: São Paulo*, 2000. vol. 32. n°. 191. p.64-67.

ABRELPE - Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017*. São Paulo, 2017.



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Brasília – DF, 2017. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/planos-municipais-de-gest%C3%A3o-integrada-de-res%C3%ADuos-s%C3%B3lidos>> Acesso em: 02 de setembro 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Diário Oficial da União, Brasília, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Município de Três Corações. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/tres-coracoes/panorama>>. Acesso em 15 jun 2019.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2012) Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: IPEA. 77 p

MORAES, Eliane. Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos urbanos de sete municípios da região metropolitana de Maringá, Paraná. 2011. 139 f. Dissertação (mestrado em engenharia urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

MONTEIRO, J. H. P.; FIGUEREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A. F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. F.,

MANSUR, G. L. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. Impacto Ambiental dos Grandes Depósitos de Resíduos Urbanos e Industriais. In: Sisinno, C. L. S., Oliveira, R. M. (org.), Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma Visão Multidisciplinar, 1ª ed, capítulo 1, Editora Fiocruz. Rio de Janeiro, 2000.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). (2016) *Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2014*. Brasília: SNIS.

TAVEIRA, M. M. V., SILVA, A. M., et al. Impactos do aterro sanitário do município de Três Corações, Minas Gerais, na qualidade da água subterrânea. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 14, n. 1, p. 764-772, jan./jul. 2016.

ZANETI, I. C. B. B.; SÁ, L. M. A. Educação ambiental como instrumento de mudança na concepção de gestão dos resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2002.

### PROPOSIÇÃO DE PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE NASCENTE DA FAZENDA EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE VALE DO RIO VERDE - UNINCOR

ALISSON SOUZA DE OLIVEIRA  
ANANDA KELLY DE ABREU MARIANO  
DENER DE SOUZA BORGES  
EUNICE MUSA NEVES DE OLIVEIRA  
JEAN LUIS DE OLIVEIRA  
PAOLA CRISTINA DA SILVA LOPES  
ROSANGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES

#### Resumo

É de suma importância a preservação das nascentes, pois elas que vão dar origem a uma fonte de água de acúmulo ou cursos d'água. Objetivou-se realizar a proposta de um projeto de recuperação das áreas que se encontram perturbada de duas nascentes da fazenda da Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, localizadas no município de Três Corações-MG e inseridas na sub-bacia do Rio Verde, o qual contribui para o volume do manancial de água captado para abastecimento do município. Foi realizada visita em campo na área a ser recuperada o qual foi observado o uso e ocupação do solo, tipo de bioma, grau de degradação/perturbação, entre outros fatores. A delimitação e quantificação das áreas a serem recuperadas se fez por meio do software ArcGis versão 10.3, após as coletas das coordenadas geográficas das nascentes. Foram observadas duas nascentes sendo consideradas como perturbadas, com área total de preservação permanente ao seu entrono de 1,46 há, sendo ocupados por 57,6% por mata nativa, 29,6% de Capoeira e 13,4% por pastagem. A área possui um isolamento, porém não de acordo com a legislação, necessitando de cercamento, recomendando o mesmo com mourões a cada 2 metros e 4 fiadas de arame totalizando 1949,9 metros de arame e 244 mourões. Na área de pastagem recomendou-se o plantio em área total, em formato quincôncio, no espaçamento 3X2 perfazendo o total de 327 espécies entre os grupos ecológicos: pioneiras, secundárias e climax. Para a capoeira recomendou-se a regeneração natural devido ao estágio inicial de regeneração.

**Palavras chave:** Área de Preservação Permanente. Plantio em área total. Regeneração natural.

#### Abstract

Preservation of springs is of paramount importance, as they will give rise to a source of accumulation water or watercourses. The objective was to carry out the proposal of a project to recover the disturbed areas of two springs of the farm of the Vale do Rio Verde University - UninCor, located in the municipality of Três Corações-MG and inserted in the Rio Verde sub-basin. which contributes to the volume of water collected to supply the municipality. A field visit was carried out in the area to be recovered which was observed soil use and occupation, type of biome, degree of degradation / disturbance, among other factors. The delimitation and quantification of the areas to be recovered was made using the software ArcGis version 10.3, after collecting the geographic coordinates of the springs. Two springs were observed to be considered disturbed, with total permanent preservation area around 1.46 ha, being occupied by 57.6% by native forest, 29.6% by Capoeira and 13.4% by pasture. The area has an isolation, but not in accordance with the legislation, requiring fencing, recommending the same with fence posts every 2 meters and 4 rows of wire totaling 1949.9 meters wire and 244 posts. In the pasture area it was recommended to plant in a total area, in a quincontium format, in 3X2 spacing, making a total of 327 species among the ecological groups: pioneer, secondary and climax. For capoeira, natural regeneration was recommended due to the initial regeneration stage.

**Keywords:** Permanent preservation area. Planting in total area. Natural regeneration.

## INTRODUÇÃO

A água é um bem imprescindível à existência de vida na Terra, fundamental a vida do homem e de todo ecossistema. Entretanto, devido aos cenários atuais, a demanda de água em quantidade e qualidade é cada vez maior agravado principalmente pelo desordenado crescimento populacional e degradação dos recursos hídricos.

Nesse contexto encontram-se as nascentes de água, que são o afloramento do lençol freático, muitas vezes utilizadas como fonte de abastecimento humano e dessedentação animal. Além de possuírem também uma importância para recarga dos rios, lagos, represas e afins, pois são a partir delas que os cursos d'água são formados.

Para Simões (2001), a recuperação das matas ciliares, que possuem uma função ambiental de extrema importância para manutenção das nascentes, constitui um dos fatores que, associado com outras práticas conservacionistas, compõem o manejo adequado da bacia hidrográfica, para fins de garantir a quantidade e qualidade da água e a biodiversidade.

As áreas de preservação permanente (APPs) de nascentes são protegidas por legislação (Código Florestal – Lei nº 12.651/2012), na qual é

definida um raio de 50 metros ao entorno das nascentes e olhos d'água perenes.

Na caracterização física das nascentes situadas na fazenda experimental da UninCor, constatou-se por meio de diagnóstico ambiental da área que esta não possui os 50 metros de raio e a área se encontra perturbada, com alteração da quantidade e qualidade de água. Neste sentido, segundo Clewell et al (2002) a recuperação, manejo e uso sustentável das bacias hidrográficas colocam-se como um investimento de retorno ambiental, social e econômico garantido a médio e longo prazo, inclusive no que diz respeito ao mercado de carbono, trazendo benefícios indiretos.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou realizar a proposta de um projeto de recuperação das áreas que se encontram perturbadas, inseridas na sub-bacia do Rio Verde, o qual contribui para o volume do manancial de água captado para abastecimento do município.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A Fazenda Experimental da Universidade Vale do Rio Verde – UninCor está localizada no bairro Cinturão Verde na cidade de Três Corações, sul do estado de Minas Gerais.

A fazenda possui uma área de 102 hectares, com 12 funcionários que trabalham diretamente nas diversas atividades de manutenção e hospital veterinário, além das atividades desenvolvidas em pesquisa e aulas práticas, contando com aproximadamente 200 discentes e 20 docentes.

A cidade de Três Corações fica localizada na bacia hidrográfica do Rio Verde, sendo esse o principal curso de água que corta o território tricordiano. A cidade também conta com outros rios menores que integram a bacia do Rio Verde, como o Rio do Peixe, Rio Palmela e Rio Lambari.

O clima da cidade de Três Corações é, no aspecto regional Tropical de Altitude, ou na Classificação climática de Köppen-Geiger, Cwa, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos. A temperatura mínima é de 8,0°C e máxima de 29,1°C (INMET, 2019).

A vegetação é marcada pela transição de Mata Atlântica para o Cerrado, com características da cobertura vegetal dos dois biomas. Como principais impactos sofridos, nessas áreas concentram-se áreas de degradação com princípios de erosão do solo e

assoreamento em área acima das nascentes que fazem divisa com outra propriedade.

Foi realizada visita em campo no dia 27 de abril de 2019, para averiguação da realidade do local e diagnóstico ambiental da área. Utilizou-se o GPS C7 Dados, desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Maria pelo Centro de Ciências Rurais, e posteriormente utilizou-se o programa ArcGis versão 10.3, para delimitação e quantificação das áreas de preservação permanente e identificação do uso e ocupação do solo. O modelo de recuperação foi prescrito a partir do diagnóstico ambiental.

Para a definição do cercamento e das espécies para o plantio foram baseados em estudos em áreas de florestas remanescentes e viveiros com mudas disponíveis da região em questão, para a obtenção de dados com relação às principais espécies que ocorrem na região bem como sobre seus habitats preferenciais, fundamentais para a definição correta dos sítios para os quais são indicadas cada espécie. Fez-se um levantamento das espécies constantes nos viveiros mais próximos, para a indicação das espécies florestais.

Recomendaram-se os tratamentos silviculturais antes e após o plantio até o estabelecimento das espécies.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

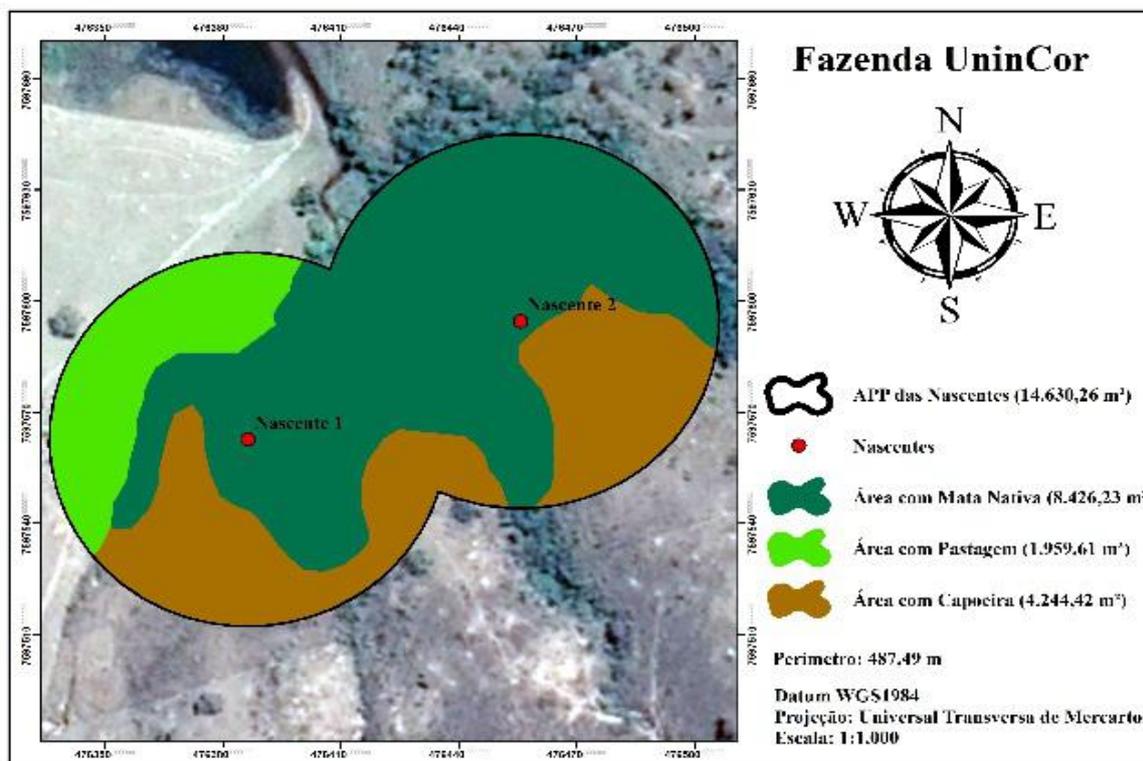
Foram levantadas 2 nascentes perenes, inseridas na sub-bacia do Rio Verde. As áreas a serem recuperadas possuem diferentes características de uso e ocupação do solo, sendo consideradas como perturbadas e/ou degradadas.

A APP das nascentes possui 1,46 hectares que são ocupados em 57,6% por

mata nativa, 29,6% de Capoeira em estágio inicial de regeneração e 13,4% de pastagem, e possui um perímetro de 487,49 m, conforme a Tabela 1 e Figura 1.

**Tabela 1.** Classes de uso e ocupação do solo nas áreas de APP das nascentes

| Área total (m <sup>2</sup> ) | Ocupação    | Área (m <sup>2</sup> ) | Área (%) |
|------------------------------|-------------|------------------------|----------|
| 14.630,26                    | Mata Nativa | 8.426,23               | 57,60%   |
|                              | Capoeira    | 4.244,42               | 29,06%   |
|                              | Pastagem    | 1.959,61               | 13,40%   |



As áreas de nascente não possuem um cercamento da área total, não sendo

capaz de impedir o acesso do gado, o qual acaba compactando o terreno e

dificultando a regeneração natural. A área que se encontra cercada não está no limite de raio de 50 metros, recomendados pela legislação vigente, sendo necessário refazer a cerca para o limite adequado.

A cerca foi redimensionada para um total de 487,49 metros, utilizando-se mourões de eucalipto tratado a cada 2 metros de espaçamento e 4 fiadas de arame farpado, totalizando 244 mourões e 1949,9 metros de arame.

O modelo de plantio recomendado será composto por um plantio misto, com composição florística definida em 50% de plantas de espécies pioneiras, 30% de plantas de espécies secundárias e 20% de plantas de espécie clímax. Sendo recomendado o plantio em área total na pastagem totalizando a área de 1959,61 m<sup>2</sup> e 327 mudas, considerando 15% de perda, sendo 164 mudas de espécies pioneiras, 98 mudas de espécies secundárias e 65 mudas de espécies clímax, com plantio de espécies atrativas à fauna, dando atenção a espécies nativas com frutos comestíveis, que ajudarão a recuperar as funções ecológicas da área (MARTINS, 2001).

Como objetivo é de rápido recobrimento do solo, o espaçamento recomendado foi de 3m entre linhas e 2m entre plantas (3x2), num arranjo de

quincôncio, com os diferentes grupos ecológicos distribuídas em linhas alternadas, com uma linha de espécies pioneiras e outra linha composta de espécies secundárias e clímax.

A tabela 2 apresenta algumas espécies encontradas na região, bem como o grupo ecológico em que estão inseridas.

**Tabela 2.** Relação das espécies mais abundantes na região.

| Nome Popular       | NOME CIENTÍFICO                | Grupo Ecológico |
|--------------------|--------------------------------|-----------------|
| Pitangueira        | <i>Eugenia uniflora</i>        | Pioneira        |
| Goiabeira          | <i>Psidium guajava</i>         | Pioneira        |
| Pindaíba           | <i>Xylopia brasiliensis</i>    | Clímax          |
| Embaúba vermelha   | <i>Cecropia glaziovi</i>       | Pioneira        |
| Camarão branco     | <i>Casearia arborea</i>        | Secundária      |
| Embaúba branca     | <i>Cecropia hololeuca</i>      | Pioneira        |
| Pata de vaca       | <i>Bauhinia forficata</i>      | Pioneira        |
| Figueira branca    | <i>Ficus guaranítica</i>       | Clímax          |
| Peroba rosa        | <i>Aspidosderma polineuron</i> | Clímax          |
| Gabiroba           | <i>Croton floribundus</i>      | Pioneira        |
| Jacarandá da Bahia | <i>Dalbergia nigra</i>         | Clímax          |
| Angico branco      | <i>Albizia polycephala</i>     | Secundária      |
| Araticum           | <i>Annona coriaceae Mart.</i>  | Secundária      |

|                  |                                 |            |
|------------------|---------------------------------|------------|
| Araçá de anta    | <i>Bellucia grossularoides</i>  | Pioneira   |
| Jatobá           | <i>Hymenaea courbaril L.</i>    | Clímax     |
| Aroeira          | <i>Lithraea molleoides</i>      | Pioneira   |
| Ipê amarelo      | <i>Tabebuia serratifolia</i>    | Secundária |
| Quaresmeira roxa | <i>Tibouchina granulosa</i>     | Pioneira   |
| Quaresmeira rosa | <i>Tibouchina mutabilis</i>     | Pioneira   |
| Pau-de-tucano    | <i>Vochysia tucanorum Mart.</i> | Secundária |
| Genipapo         | <i>Genipa americana</i>         | Clímax     |
| Alecrim          | <i>Holocalyx balansae Mich</i>  | Clímax     |
| Açoita cavalo    | <i>Luehea candicans Mart.</i>   | Secundária |

Ressalta-se que a seleção de espécies deve ser o mais diversificado possível.

Na área de capoeira, devido ao estágio inicial de regeneração foi recomendada a regeneração natural, ressalta-se que para o sucesso desse tipo de regeneração a área deve ser cercada para o isolamento dos fatores de degradação, de modo a reduzir significativamente os custos do plantio, já que o potencial de auto recuperação pode ser preservado ou até restabelecido ao longo tempo (ATTANASIO et al, 2006).

O plantio deverá ser feito entre os meses de novembro a março, durante o período chuvoso, para diminuir os gastos de mão de obra, irrigação e eventuais perdas de mudas.

As mudas devem ter boas condições de sanidade e altura mínima de 30 cm, sendo o mais recomendável o plantio da muda na altura de 1,20 metros devido menor número de perdas. Sendo importante a compra em viveiros certificados. Após 60 dias do plantio, executa-se deve-se verificar a taxa de mortalidade das plantas e fazer o replantio das mudas que morreram.

Como trato silviculturais recomenda-se:

Abertura manual das covas no centro do coroamento, com dimensões de 30 cm de largura x 30 cm de comprimento x 30 cm de profundidade. Deve-se realizar a adubação na cova assim que aberta, incorporando ao solo retirado com a aplicação de superfosfato simples (150 a 200g/cova), para os casos de solos com teores de N e K de médio a alto; ou a aplicação de uma formulação de NPK (100 a 150g/cova de 8-28-16 ou de 100-200g/cova de 4-14-8), para os solos com teores de N e K baixos. Após o plantio, aos

30, 60 e 360 dias deverá ser aplicado 60g por muda de NPK 20-00-20.

Deve-se combater as formigas eliminando os olheiros. Contra as cortadeiras (saúvas e quenquéns), pode-se usar a isca granulada, pouco tóxica e fácil de ser aplicada. Devem ser colocados 10 gramas de isca em pequenos sacos plásticos, distribuídas nos carreiros das formigas a cada metro quadrado de terra. Isso deverá ser realizado preferencialmente em épocas de secantes do plantio e após como forma de manutenção.

A manutenção do plantio se faz executando o coroamento das mudas, roçando um raio de 50 centímetros ao redor de cada muda, para que a mesma não seja sufocada pelo mato. As entrelinhas de plantio também devem ser roçadas quando o mato estiver com altura de 50 centímetros.

### CONCLUSÕES

Foram observadas 2 nascentes perenes perfazendo um total de 1,46 ha de área de preservação permanente. As nascentes se encontram perturbadas fazendo-se necessário a recuperação dessa área.

A cerca foi dimensionada para um total de 487,49 metros com mourões a cada

2 metros 4 fiadas de arame farpado, totalizando 1949,9 metros de arame e 244 mourões. O uso e ocupação do solo foi quantificado em 57,6% por mata nativa, 29,6% de Capoeira em estágio inicial de regeneração e 13,4 de pastagem. Para a pastagem foi recomendado o plantio em área total, num arranjo de quincôncio, com espaçamento 3x2 metros, totalizando de 327 mudas, considerando 15% de perda, sendo 164 mudas de espécies pioneiras, 98 mudas de espécies secundarias e 65 mudas de espécies clímax. Para a capoeira recomendou-se a regeneração natural devido ao estágio inicial de regeneração.

### REFERÊNCIAS

ATTANASIO, C. M. et al. Adequação ambiental de propriedades rurais, recuperação de áreas degradadas e restauração de matas ciliares. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, 2006. 63 p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília.

CLEWELL, A.; ARONSON, J.; WINTERHALDER, K. Fundamentos de restauração ecológica. Tucson: Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. 18p

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia ::>>. [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br). Consultado em 02 de Setembro de 2019.

MARTINS, S. V. Recuperação de matas ciliares. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 143 p.

SIMÕES, L. B. Integração entre um modelo de simulação hidrológica e sistema de informação geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2001.

### EXPEDIÇÃO PIRACICABA 2019 – MOBILIZAÇÃO SOCIAL PELA VIDA DO RIO

AMANDA GONÇALVES PRÍMOLA  
JOSÉ AUGUSTO COSTA  
GONÇALVES  
LETÍCIA CHIARADIA CINTRA

#### Resumo

*Uma expedição ambiental é um poderoso instrumento de gestão das águas. Une a informação e a mobilização social. É absolutamente participativa e totalmente descentralizada. Ela tem o poder de criar e recriar uma nova ordem ambiental objetivando a implementação de um novo modelo de regulação e governança dos recursos hídricos. A Expedição Piracicaba, Pela Vida do Rio, 2019 é um movimento de todos, sem qualquer ligação político – partidário ou a qualquer segmento, contudo perante a sociedade ganha uma dimensão incomensurável. Foram 11 dias de duração, 21 municípios mobilizados, 241 km percorridos no rio e 1600 km fora do rio. O diagnóstico das condições ambientais e naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba será realizado através de análises de água e sedimentos de fundo coletados em 28 pontos, além de secções batimétricas e medições de vazões em diversos trechos.*

**Palavras chave:** Expedição. Rio, Piracicaba.

#### Abstract

*An environmental expedition is a powerful water management tool. It unites information and social mobilization. It is absolutely participatory and totally decentralized. It has the power to create and recreate a new environmental order aiming at the implementation of a new model of regulation and governance of water resources. The Piracicaba Expedition, For the Life of Rio, 2019 is a movement of all, without any political connection - partisan or to any segment, but before society gains an immeasurable dimension. There were 11 days in duration, 21 municipalities mobilized, 241 km traveled on the river and 1600 km off the river. The diagnosis of the environmental and natural conditions of the Piracicaba River Basin will be made through water and bottom sediment analyzes collected at 28 points, as well as bathymetric sections and flow measurements in several sections.*

**Keywords:** Expedition. Piracicaba, River

## INTRODUÇÃO

O entendimento das características naturais que influenciam a quantidade e a qualidade da água, entre elas as condições geológicas, geomorfológicas, ocupação da

terra e clima, são de extrema importância para uma boa gestão da água. Porém, o principal agente modificante da qualidade da água é a ação do homem, responsável por lançar cargas nos sistemas naturais,

alterar o uso do solo rural e urbano e modificar os sistemas fluviais. Impulsionada pela energia solar em conjunto com a gravidade e rotação terrestre, a água realiza um movimento de circulação fechada no planeta denominado ciclo hidrológico (TUCCI, 2001).

Na Bacia do Rio Piracicaba, na região central de Minas Gerais, dentre os diversos recursos naturais existentes, os recursos hídricos constituem um dos mais importantes, por serem indispensáveis para a sobrevivência de todos os seres vivos. Entretanto, a sua quantidade e qualidade estão comprometidas devido aos usos indiscriminados pelas atividades da mineração, siderurgia, reflorestamento e o deficiente às vezes inexistente, saneamento básico dos 21 municípios que compõe a bacia hidrográfica.

Entende-se por Expedição, quando um grupo de pessoas se destinam a explorar, pesquisar, estudar uma região, geralmente, em caráter científico.

A primeira Expedição Piracicaba, aconteceu em 1999, coordenada pelo engenheiro e ambientalista Cláudio Guerra. Segundo ele, a Expedição foi um movimento coletivo que valorizou e priorizou o processo interativo entre todos os atores que atuam na bacia. Ela observou,

coletou dados, ouviu, falou, discutiu, passou e recebeu informações. Desta forma, ela trouxe dados concretos da realidade, incorporando conhecimentos e informações técnicas e obtendo uma visão de conjunto da bacia. Além disso, ela se consolidou a uma metodologia interdisciplinar e interativa, para ser o mais próximo da realidade socioeconômica e ambiental da região.

A segunda Expedição Piracicaba teve como propósito percorrer o rio Piracicaba em caiaques e equipes de terra, desde a nascente em Ouro Preto até sua foz em Ipatinga, realizando mobilizações juntamente com as populações ribeirinhas e secretarias municipais, debates e mesas redondas junto às escolas, medições de vazões, perfis de secções batimétricas, coletando amostras de água e sedimentos depositados no fundo do rio, a fim de se realizar análises físico-químicas dos pontos selecionados. No total foram onze dias de trabalhos intensos de uma equipe técnica formada por professores, ambientalistas, engenheiros, geólogos, técnicos, biólogos, analistas, sociólogos, jornalistas, cinegrafistas, estudantes de graduação da UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá) e de mestrandos do Mestrado Profissional

em Regulação e Gestão de Recursos Hídricos (PROFÁGUA).

Com o objetivo de diagnosticar as atuais condições ambientais da Bacia do Piracicaba, a Expedição promoveu a mobilização das populações urbanas e rurais, coletou amostras de águas, amostras de sedimentos de fundo de rio, realizou medições de vazão, ressaltando a necessidade da preservação as águas, discutindo a relevância da valorização do meio ambiente fomentando os debates de cunho socioambiental e cultural.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Rio Piracicaba nasce no município de Ouro Preto, a 1680 m de altitude. Ele se estende pela direção leste

por 241 km, e, por fim, deságua no Rio Doce na área urbana de Ipatinga, a uma altitude de 210 m.

A área total da bacia do rio Piracicaba é de 5.465,38 km<sup>2</sup> e abrange 21 municípios, total ou parcialmente inseridos em seus limites. Entre os municípios que constituem bacia, estão Alvinópolis, Antônio Dias, Barão de Cocais, Bela Vista de Minas, Bom Jesus do Amparo, Catas Altas, Coronel Fabriciano, Ipatinga, Itabira, Jaguaráçú, João Monlevade, Mariana, Marliéria, Nova Era, Ouro Preto, Rio Piracicaba, Santa Bárbara, Santana do Paraíso, São Gonçalo do Rio Abaixo, São Domingos do Prata, Timóteo (Figura 1).

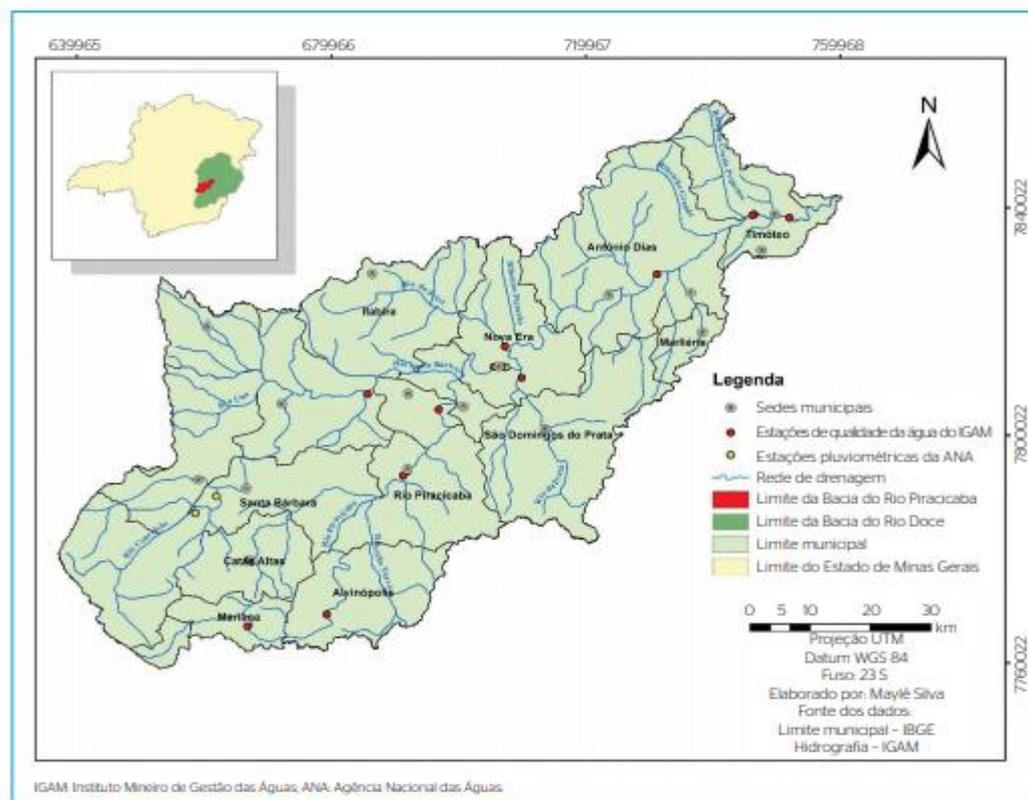


Figura 1 - Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Piracicaba (MG).

A bacia do rio Piracicaba é composta pelas sub-bacias dos rios Conceição, São João, Peixe, Santa Bárbara, Maquiné, Una, Prata. Além dos rios mais significativos, ao longo do seu curso o rio Piracicaba recebe a descarga de quase uma centena de córregos e ribeirões, os quais compõem sua rede de drenagem. A Expedição Piracicaba, foi realizada no período de maio e junho de 2019, no total de onze dias em que foram realizadas coletas de água em 28 pontos ao longo do rio, coleta de sedimentos de fundo do rio, secções batimétricas em alguns trechos e medições de vazão. As análises de água seguiram os protocolos estabelecidos pelo APHA (2005). As determinações físico-químicas efetuadas no laboratório da UNIFEI, Campus Itabira (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade, DBO, DQO, sólidos totais, nitrogênio, nitrogênio total Kjeldahl (NTK), nitrogênio amoniacal (NH<sub>4</sub>), fósforo total, e coli e coliformes totais).

Nas Figuras 2 até 9 são mostradas manifestações das populações de áreas urbanas e rurais ao receber os participantes

da expedição. Na Tabela 1 são mostrados os pontos de coleta de água e sedimentos.

Tabela 1 – Pontos de coleta ao longo do rio.

| Pontos Amostragem | Localização   | Coordenadas |           |
|-------------------|---|-------------|-----------|
| P01               | Nascente do Rio Piacicaba                               | 647789 E    | 7763847 S |
| P02               | Santa Rita Durão  | 665836 E    | 7766936 S |
| P03               | Morro da Água Quente                                    | 667838 E    | 7777364 S |
| P04               | Nascente rio Maquiné                                    | 665411 E    | 7778511 S |
| P05               | Rio Maquiné após Catas Altas                            | 667165 E    | 7780698 S |
| P06               | Rio Piracicaba em Fonseca                               | 678217 E    | 7769845 S |
| P07               | Caraça após Santuário                                   | 659059 E    | 7785257 S |
| P08               | Caraça a jusante de Sumidouro                           | 660740 E    | 7788063 S |
| P09               | Rio Conceição em Brumal                                 | 661353 E    | 7789177 S |
| P10               | Rio São João a jusante de Barão de Cocais (Barra Feliz) | 661110 E    | 7791955 S |
| P11               | Rio Santa Barbará em Barra Feliz                        | 661141 E    | 7791932 S |
| P12               | Rio Santa Barbara a jusante de Santa Barbara            | 665657 E    | 7794232 S |
| P13               | Rio Santa Barbara montante de São Gonçalo               | 672509 E    | 7806475 S |
| P14               | Rio Santa Barbara jusante de São Gonçalo                | 673140 E    | 7808711 S |
| P15               | Rio Piracicaba em Rio Piracicaba                        | 696904 E    | 7801311 S |
| P16               | Rio Piracicaba Jusante Foz Santa Barbara                | 699606 E    | 7811482 S |
| P17               | Rio de Peixe em Itabira                                 | 692429 E    | 7826984 S |
| P18               | Rio de Peixe à jusante de Itabira                       | 685194 E    | 7823756 S |
| P19               | Rio Piracicaba a montante de Nova Era                   | 703117 E    | 7811840 S |
| P20               | Rio Piracicaba a jusante de Nova Era                    | 707410 E    | 7815642 S |
| P21               | Rio de Peixe em Nova Era                                | 707374 E    | 7815704 S |
| P22               | Rio da Prata em Nova Era                                | 709116 E    | 7811179 S |
| P23               | Rio Piracicaba em Antônio Dias                          | 725494 E    | 7826640 S |
| P24               | Lagoa Teobaldo - Entrada                                | 731695 E    | 7840717 S |
| P25               | Lagoa Teobaldo - Saída                                  | 731613 E    | 7840764 S |
| P26               | Rio Piracicaba - Ponte Nova Cel Fabriciano e Timotéo    | 749281 E    | 7838495 S |
| P27               | Rio Piracicaba em Cel Fabriciano                        | 754974 E    | 7838203 S |
| P28               | Rio Piracicaba em Ipatinga                              | 760611 E    | 7842869 S |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cenário ambiental da Bacia do Rio Piracicaba, é praticamente o mesmo das demais bacias hidrográficas brasileiras, ou seja, aumento da degradação ambiental com uma extrema lentidão nos procedimentos de intervenção para

recuperação, contrastando com uma acelerada demanda dos recursos naturais.

Os principais resultados quanto aos aspectos de mobilização e divulgação da expedição para todas os atores e usuários da bacia são:

1 - A Expedição Piracicaba conseguiu ampla cobertura da mídia, com entradas em impressos, rádios, sites e redes de televisão.

2 - As redes sociais e o site da Expedição formaram um ambiente dinâmico para a divulgação diária do passo a passo da jornada, o que potencializou a conquista de audiência e o engajamento no projeto.

3 - A mídia espontânea foi fundamental para o sucesso dos eventos de mobilização nas 21 cidades visitadas. No decorrer da jornada, a Expedição ampliou a legitimidade e o reconhecimento, fator percebido a partir da presença de autoridades como prefeitos, representantes do legislativo, especialistas de renome na área ambiental e do número considerável de moradores que compareceram aos encontros.

4 - Cabe considerar os ganhos de imagem para os parceiros da Expedição, citados em eventos, entrevistas, conteúdos

para o site e materiais de divulgação para a imprensa.

5 - A cobertura foi unânime quanto ao viés positivo. Todas as matérias produzidas destacaram os pontos-chave defendidos pela estratégia de comunicação: o caráter técnico-científico da Expedição e os objetivos paralelos de conscientização e integração da bacia hidrográfica.

6 - Importante salientar a série de reportagens veiculadas pela Rede Minas, retransmitidas para outras tv's públicas de todo o Brasil. A emissora veiculou reportagens sobre a Expedição diariamente, a partir de imagens enviadas pela equipe de comunicação.

7 - Os perfis dos veículos que abriram espaço para a Expedição são variados. Houve cobertura de atores locais da imprensa, veículos institucionais de prefeituras, câmaras municipais e entidades ligadas à temática da água, além de grandes conglomerados de mídia, com alcance estadual e nacional.

## CONCLUSÕES

Mais de oitocentas mil pessoas vivem na bacia do Piracicaba e, apesar de a maioria nem perceber, suas vidas dependem, direta ou indiretamente da vida do rio.



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

A Expedição Piracicaba constatou que existe a possibilidade e a vontade de uma grande mobilização de todos os atores atuantes e dependentes das águas do rio Piracicaba para uma necessária intervenção no meio ambiente regional.

A mudança de atitude e de comportamento de todos os segmentos (sociedade civil, órgãos públicos e privados), são primordiais para uma nova ordem no cenário ambiental da bacia do Rio Piracicaba.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao apoio das instituições abaixo para realização da Expedição.: Tribuna do Piracicaba / CBH Piracicaba / Amepi / UNIFEI / Prefeituras BH Rio Das Velhas / MPMG / ONG's /

PERD / Parque Nacional do Gandarela / RPPN Caraça / Jornais da bacia / Rádios / TV's / Sites / Blogosfera. Usiminas, ArcelorMittal, Aperan, Copasa, Cemig) / Governo Estadual / Governo Federal / CBH Doce / / Câmaras Municipais / Empresas (Vale, Samarco, AngloGold, Angloamerica, Gerdau, Cenibra,

### REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21st ed. Washington, 2005.

GUERRA, C. B. **Expedição Piracicaba – 300 Anos Depois**. Belo Horizonte, 2001.

TUCCI, C.E.M; Hespanhol, I; Netto, C.M.C. **Gestão da água no Brasil**— Brasília: UNESCO, 2001.

### **DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NA IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS FORNECIDAS PARA AS ESCOLAS MUNICIPAIS DA CIDADE DE JOÃO MONLEVADA, MG**

**FABRÍCIA NUNES DE JESUS GUEDES  
SARAH SOUZA ELOI**

#### **Resumo**

O presente estudo visa realizar uma análise hídrica da água utilizada na irrigação de hortaliças fornecidas para a alimentação de crianças das escolas municipais da cidade de João Monlevade, em Minas Gerais. Por meio de análises laboratoriais e interpretação dos dados obtidos conforme a Legislação vigente e seus parâmetros de potabilidade – da água coletada dos principais produtores responsáveis pelo fornecimento de hortaliças – pretende-se, além de primar pela qualidade da alimentação oferecida pelas crianças e adolescentes do município, conscientizar os produtores rurais quanto às fontes de contaminação hídrica e ao órgão público municipal sobre a importância do monitoramento da qualidade destas águas. Apesar de se encontrar em fase de execução, o presente trabalho realizou as análises de Turbidez, pH, Sólidos Totais e Nitrogênio Total Kjeldlehi, onde foi possível inferir que a água utilizada para a irrigação das hortaliças, encontram-se dentro do padrão previsto pela Resolução CONAMA Nº 357/05, no que tange os três primeiros parâmetros supracitados. Entretanto, o valor encontrado para o parâmetro de Nitrogênio Total extrapola o que é previsto dentro da legislação, o que vira a ser explicado mais a fundo no decorrer do projeto e por meio de outras análises. Desta forma, conclui-se que, mediante aos resultados parciais, o presente trabalho tem caminhado para alcançar seus objetivos, onde será possível contribuir para a gestão ambiental do município na criação de um banco de dados referente aos resultados futuros, para a conscientização dos produtores rurais e para a qualidade da alimentação de toda a comunidade escolar envolvida no trabalho.

**Palavras chave:** Alimentação infantil. Análise hídrica. Horticultura.

#### **Abstract**

The present study aims to perform a water analysis of the water used in the irrigation of vegetables supplied for the feeding of children of the municipal schools of the city of João Monlevade, in Minas Gerais. Through laboratory analysis and interpretation of data obtained in accordance with current legislation and its potability parameters - the water collected from the main producers responsible for the supply of vegetables - is intended, in addition to striving for the quality of food offered by children and adolescents in the municipality. make farmers aware of the sources of water contamination and the municipal public agency about the importance of monitoring the quality of these waters. Despite being in the execution phase, the present work carried out the Turbidity, pH, Total Solids and Total Nitrogen Kjeldlehi analyzes, where it was possible to infer that the water used for the irrigation of the vegetables is within the standard provided by Resolution CONAMA 357/05, regarding the first three parameters mentioned above. However, the value found for the Total Nitrogen parameter goes beyond what is foreseen in the legislation, which will be explained further during the project and through other analyzes. Thus, it is concluded that, through the partial results, the present work has been moving towards its objectives, where it will be possible to contribute to the environmental management of the municipality in the creation of a database regarding future results, for the producers' awareness. quality of food for the entire school community involved in the work.

**Keywords:** Infant feeding. Water analysis. Horticulture.

### INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e essencial à vida, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies, como elemento representativo de valores sociais e culturais, além de importante fator de produção no desenvolvimento de diversas atividades econômicas (BERNARDI, 2003).

Sendo a água a principal necessidade na produção e no desenvolvimento econômico, principalmente para a agricultura, Cardoso, Mantovani e Costa (1998), destacam a importância do uso da água de forma racional e qualitativa na irrigação, no incremento da produtividade. Assim, o uso indevido e desqualificado pode acarretar muitas doenças aos usuários consumidores dos produtos irrigados. A qualidade da água é um fator muito mais complexo do que se possa imaginar, e não se resume apenas a uma das fórmulas moleculares mais conhecidas em todo o mundo. A água tem a capacidade de incorporar impurezas, devido a sua propriedade de solvente universal e de arrastar partículas, determinando assim sua qualidade (BISCARO, 2003).

Mediante a isso, o presente projeto visa avaliar a qualidade da água empregada

na irrigação de hortaliças destinadas à alimentação nas escolas públicas de João Monlevade, por meio de investigação de alguns parâmetros (Cor, Turbidez, Sólidos Totais, pH, Condutividade Elétrica, Nitrogênio Total Kjeldahi, Ferro e Manganês, Oxigênio Dissolvido e Coliformes), e análise dos valores obtidos conforme os estabelecidos pela Legislação vigente. Ao final, pretende-se, além de primar pela qualidade da alimentação oferecida pelas crianças e adolescentes do município, conscientizar os produtores rurais quanto às fontes de contaminação hídrica e formas de proteção da água a ser empregada na irrigação, bem como sugerir ao órgão público municipal que monitore a qualidade destas águas.

### MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho foi sequenciada nas seguintes etapas : 1) Levantamento dos principais produtores rurais responsáveis pelo fornecimento de hortaliças às instituições de ensino municipais; 2) Entrevista com os produtores, a fim de facilitar a interpretação dos dados obtidos ao final da realização do projeto; 3) Coleta de amostras a serem analisadas; 4) Análise laboratorial; 5) Análise e interpretação dos

dados obtidos conforme a Legislação vigente e seus parâmetros de potabilidade;

6) Divulgação dos resultados para a comunidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi realizado um levantamento a respeito dos principais produtores rurais responsáveis pelo fornecimento de hortaliças às escolas municipais junto à nutricionista da Secretaria Municipal de Educação de João Monlevade. Por meio desta etapa, constatou-se que, apenas uma propriedade rural é responsável pelo fornecimento das hortaliças.

Após o levantamento, realizou-se uma visita na propriedade rural no intuito de promover a entrevista com os produtores rurais e iniciar a coleta das amostras da água utilizada para irrigação

das hortaliças para posterior análise laboratorial. Posterior a coleta, as amostras foram levadas até o laboratório para realização de análise dos seguintes parâmetros: Nitrogênio Total Kjeldlehi, Turbidez, pH e Sólidos Totais.

Realizadas as análises laboratoriais, seguiu-se para a interpretação dos valores obtidos, conforme Tabela 1, em comparação com os valores estabelecidos pela Resolução do CONAMA N° 357, Tabela 2. Salienta-se que foi utilizado, a título de comparação, os valores de águas doces de Classe 1, que são destinadas à irrigação de hortaliças consumidas cruas, obtendo desta maneira os resultados parciais do projeto.

**Tabela 1** – Valores encontrados para os parâmetros Nitrogênio Total Kjeldlehi, Turbidez, pH e Sólidos Totais mediante análise laboratorial

|                       | Nitrogênio Total Kjeldlehi (mg/L N) | Turbidez (NTU) | pH   | Sólidos Totais (mg/L) |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------|------|-----------------------|
| <b>Amostra</b>        |                                     | <b>Ponto 1</b> |      |                       |
| <b>Valores Médios</b> | 357,64                              | 7,04           | 7,14 | 115,33                |
| <b>Desvio Padrão</b>  | 54,92                               | 0,38           | 0,16 | 7,09                  |

**Tabela 2** – Valores permitidos para águas de Classe 1 segundo Resolução CONAMA N° 357/05

| Parâmetros | Valores |
|------------|---------|
|------------|---------|

|                  |   |
|------------------|---|
| Nitrogênio Total | 3,7 mg L <sup>-1</sup> N, para pH ≤ 7,5 |
| pH               | 6,0 a 9,0                               |
| Sólidos Totais   | 500 mg L <sup>-1</sup>                  |
| Turbidez         | Até 40 unidades nefelométrica (NTU)     |

Desta forma, foi possível observar que a água utilizada para a irrigação das hortaliças fornecidas as escolas municipais em João Monlevade encontram-se dentro do padrão previsto pela Resolução CONAMA N° 357/05, no que tange aos parâmetros de pH, Sólidos Totais e Turbidez. Entretanto, observou-se que o valor encontrado para o parâmetro de Nitrogênio Total extrapola o que é previsto dentro da legislação.

Este resultado, ainda indefinido, deverá ser interpretado mais a fundo no decorrer do projeto, uma vez que pode estar ligado a diversos fatores, tais como: a) o fato de ao redor do local de captação da água, neste caso uma nascente, existir a possibilidade de áreas de pastagem, o que pode inferir na concentração de nitrogênio, podendo ser devido as necessidades fisiológicas dos animais no entorno, ou/e a utilização da água para a dessedentação destes animais; e b) ao fato de que, após a água ser retirada da nascente e ser transportada para a propriedade, por meio de canalização, ela é levada a um tanque de

armazenamento. Neste tanque, a água é mantida para ser utilizada no sistema de irrigação, além de ser usada para a higiene das hortaliças após a colheita, o que pode representar influência nos valores encontrados de nitrogênio, visto que a água passa a ter contato com os produtos de compostagem e fertilizantes orgânicos.

## CONCLUSÕES

Conclui-se, mediante aos resultados parciais, que o presente trabalho tem caminhado para alcançar seus objetivos, uma vez que por meio do estudo, será possível contribuir para a gestão ambiental do município na criação de um banco de dados referente aos resultados futuros, e para a conscientização dos produtores rurais, quanto a evitar a poluição hídrica, e do órgão público municipal na ação de continuidade das análises a partir do projeto. Além de sobre tudo, contribuir para a qualidade da alimentação de toda a comunidade escolar envolvida no trabalho e de toda a população do município.

## AGRADECIMENTOS

Ao Órgão de fomento PaEx da Universidade do Estado de Minas Gerais

(UEMG) e à nutricionista da Secretaria Municipal de Educação de João Monlevade.

### REFERÊNCIAS

BERNARDI, C. C. Reuso de água para Irrigação. Monografia (Pós Graduação em nível lato sensu em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada). ISEAFGV/Ecobusiness School. Brasília: 2003. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/660947-Reuso-de-agua-para-irrigacao-cristina-costa-bernardi.html>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

BISCARO, G. A. **Utilização de águas receptoras de efluentes urbanos em sistemas de irrigação localizada superficial e subsuperficial na cultura da alface americana (Lactuca Sativa L.)**. Tese Doutorado. Botucatu FCA/UNESP: 2003, 102p. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/103443>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de mar. 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

CARDOSO, H.E.A.; MANTOVANI, E.C.; COSTA, L.C. As águas da agricultura. **Agroanalysis**. Instituto Brasileiro de Economia/Centro de Estudos Agrícolas. Rio de Janeiro. 1998. p. 27-28. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/viewFile/48595/46961>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

### COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E GERAÇÃO PER-CAPTA EM UMA RESIDÊNCIA NO MUNICÍPIO DE TRÊS CORAÇÕES

ROSANGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES  
LUCAS FERNANDES  
MAURO LUCIO MALTA PENA  
ANANDA KELLY DE ABREU MARIANO

#### Resumo

*A caracterização gravimétrica permite estabelecer parâmetros de geração de resíduos produzidos por dada população, auxiliando a gestão integrada do município por meio da elaboração de programas ou projetos relacionado aos resíduos sólidos. Objetivou-se avaliar a caracterização gravimétrica e geração per capita dos resíduos sólidos urbanos em uma residência na cidade de Três Corações/MG. A residência é composta por uma pessoa que se caracteriza por suas atividades laborativas, permanecendo a maior parte de tempo fora de casa durante a semana excetuando-se sábados e domingos. Com intuito de verificar a produção de resíduos durante a semana, estes foram separados em orgânico, reciclável e rejeito. Dentro da classe de reciclável, foi ainda realizada a separação em papel, plástico rígido, plástico maleável e vidro e rejeito. Obteve-se a pesagem total em cada classe e foi estimada a porcentagem, no período compreendido entre 10 a 17 de junho de 2019. Após a obtenção da quantidade total de resíduos foi realizada ainda a geração per-capta. A análise dos resultados da caracterização dos RSD permitiu verificar que, seguindo a tendência nacional, maior fração é de matéria orgânica 78,6%, seguido por 20,0% de recicláveis e 1,3% de rejeito. Porém a geração per-capta dos resíduos é de 0,650 Kg.hab.dia<sup>-1</sup>. A maior quantidade de resíduos é gerada aos fins de semana. A grande incidência de orgânicos e recicláveis evidencia um potencial a ser explorado, apontando a necessidade de destinação final ambientalmente adequada seja por meio da coleta seletiva ou a compostagem dos resíduos.*

**Palavras chave:** Gestão de resíduos. Gravimetria. Coleta seletiva.

#### Abstract

*A gravimetric characterization allows the definition of waste generation parameters used by certain populations, assisting the integrated management of the municipality through methods of creating programs or projects related to the waste used. The objective of this study was to evaluate the gravimetric characterization and waste generation of municipal waste in a residence in the city of Três Corações / MG. The residence is composed of a person who presents his work activities, spending most of the time outside the house for a week except Saturdays and Sundays. In order to verify the production of waste for a week, they were separated into organic, recyclable and discarded. Within the class of recyclable, a selection was made in paper, rigid plastic, soft plastic and glass and rejected. It obtains a total weighing in each class and was estimated as a percentage, with no period between June 10 and 17, 2019. After verifying the total amount of residues, per capita generation was performed. An analysis of the results of the RSD characterization showed that, following a national trend, the largest fraction is organic matter 78.6%, followed by 20.0% recyclables and 1.3% rejection. However, the per capita generation of waste is 0.650 Kg.hab.dia<sup>-1</sup>. Most waste is generated for weekends. A high incidence of organic and recyclable waste shows a potential to be explored, changing the need for environmentally appropriate disposal, either through selective collection or waste composting.*

**Keywords:** Waste Management. Gravimetry. Selective collect.

### INTRODUÇÃO

Na atualidade, uma das grandes preocupações ambientais está relacionada aos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas. A geração de lixo, ou dos resíduos sólidos como esse termo é referido na literatura técnico-científica, tem proporcionado um dos agravantes ambientais mais importantes da nossa civilização.

A atividade humana seja ela de qualquer natureza resulta sempre na geração de resíduos. O constante crescimento das populações urbanas, a grande industrialização, a melhoria no poder aquisitivo, vêm potencializando a acelerada geração de grandes volumes de resíduos sólidos, principalmente, nas proximidades das grandes cidades (RIBEIRO, 2007).

Apesar de haver legislação específica para cada município, o lixo comercial de até 50 kg ou litros e o domiciliar são de responsabilidade dos municípios, enquanto os demais são de responsabilidade do próprio gerador definido pela Lei 12305/2010. (MUCELIN e BELLINI, 2008).

Monteiro et al. (2001) apontaram a variação da geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) per capita de acordo com o

tamanho da cidade e sua população. Dessa forma, para o tamanho de cidade pequena é considerada uma população urbana até 30 mil habitantes, com uma geração per capita de 0,5 kg.hab.dia<sup>-1</sup>; tamanho médio de 30 mil a 500 mil habitante com geração de resíduos em torno de 0,5 à 0,8 kg.hab.dia<sup>-1</sup>; tamanho grande de 500 mil a 5 milhões de habitantes estimando se uma geração de lixo de 0,8 à 1,0 kg.hab.dia<sup>-1</sup>; e por fim para uma megalópole, população acima de 5 milhões, uma geração per capita acima de 1,0 kg.hab.dia<sup>-1</sup>, porém para a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos deve-se caracterizar os resíduos sólidos gerados no município e a sua geração per capita.

A composição média dos RSU do Brasil apresenta um maior teor de matéria orgânica do que de resíduos recicláveis. Segundo IPEA (2012), 51,4% do total de resíduos gerados é de matéria orgânica, 31,9 % de recicláveis e 16,7% de rejeito, evidenciando-se o alto potencial para a compostagem e a reciclagem, reduzindo o potencial poluidor de áreas de disposição de resíduos sólidos, com apenas a disposição final dos rejeitos. O processo da compostagem, assim como também a reciclagem, deve ser implantado em

conjunto com outras ações de gerenciamento (ESCOSTEGUY, 2003).

A coleta seletiva é uma das ferramentas de fomento às políticas de reutilização dos RSU. No entanto, para que um município estabeleça um programa de coleta seletiva é necessário ter uma estimativa da composição gravimétrica do RSU gerado. Apenas a partir desse conhecimento é que se pode planejar uma estratégia adequada para o seu gerenciamento, incluindo quando for viável social e economicamente a criação de usinas de reciclagem e de compostagem.

A caracterização física (composição qualitativa ou gravimétrica) dos resíduos sólidos apresenta as porcentagens (geralmente em peso) das várias frações dos materiais constituintes dos RSU. Essas frações normalmente distribuem-se em matéria orgânica, papel, papelão, plástico rígido, plástico filme, metais ferrosos, metais não ferrosos, vidro, borracha, madeira e outros (couros, trapos, cerâmicas, ossos, madeiras etc (PEREIRA NETO, 2007). Portanto, conforme Monteiro et al. (2001) e Pereira Neto (2007), a composição gravimétrica dos resíduos sólidos ou composição física expressa o percentual de cada componente presente

nesses resíduos em relação ao peso total da amostra estudada.

O conhecimento da composição gravimétrica dos RSUs é uma ferramenta essencial para a elaboração de um plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.

Dessa forma, como a gestão de resíduos é uma atividade essencial para qualquer município, o objetivo desse estudo foi realizar a caracterização gravimétrica e geração per capita dos resíduos sólidos urbanos em uma residência na cidade de Três Corações/MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) foi realizada na residência de um aluno do 9º período do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Vale do Rio Verde – UNINCOR.

A residência analisada localiza-se nas coordenadas geográficas Latitude -  $21^{\circ}40'16,56''S$  e Longitude -  $45^{\circ}16'03,99''W$ , no bairro Jardim América no município de Três Corações/MG. A coleta convencional de resíduos sólidos urbanos é realizada 3 vezes por semana nos dias segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira. O bairro possui coleta seletiva

toda quinta-feira sempre no período da manhã.

A residência é composta de 2 (dois) quartos, sala, cozinha, 1 (um) banheiro, área externa e garagem onde reside um morador adulto, que trabalha e estuda fora nos dias de semana, o qual não realiza as refeições na residência, um lanche noturno, quando não se faz a refeições na Universidade a noite, sendo assim o consumo e a geração de resíduos se da de maneira mais expressiva aos fins de semana.

Com intuito de verificar a produção de resíduos durante a semana, estes foram pesados diariamente por 8 dias, entre os dias 10 a 17 de junho de 2019, pelo período noturno, com auxílio de uma balança digital da marca SS400 com precisão de 0,001 grama, posteriormente os resíduos foram dispostos para a coleta convencional.

Os resíduos produzidos foram separados em orgânico, rejeito e reciclável, sendo este último subdividido em papel, plástico rígido, plástico maleável e vidro (Figuras 1, 2 e 3), posteriormente pesados e acondicionados em local adequado até a retirada pelo serviço urbano de coleta de resíduos e/ou pelo de coleta seletiva.

(A)



(B)



Figura 1 A): Recicláveis separados, B) Material orgânico separado.



Figura 2: Pesagem resíduo.



Figura 3: Resíduo coletado e separado para pesagem e acondicionamento em local adequado.

A determinação da composição gravimétrica dos RSD foi obtida relacionando a fração total de cada categoria após a separação em relação à massa total das amostras coletadas em cada setor, de acordo equação baixo:

$$C (\%) = \frac{\text{massa da categoria (Kg)}}{\text{massa total (Kg)}} \times 100$$

Onde C = Categoria

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a quantidade de resíduos gerados no período de 8 dias separados nos diferentes tipos de resíduo e a geração per capita.

Avaliando os dados da pesagem dos resíduos verificou-se a produção total semanal de 5,197 kg de RSD produzidos para uma população amostral de 1 habitante em 8 dias, representando uma geração per capita de 0,650 kg/dia, compatível com a média estabelecida por Monteiro et al (2001) para municípios com população urbana entre 30 a 500 mil, a qual é de 0,5 a 0,8 kg.hab.dia<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Caracterização gravimétrica e geração per capita de RSD.

| Resíduo                   | Kg           | (%)  |
|---------------------------|--------------|------|
| Matéria Orgânica          | 4,086        | 78,6 |
| Rejeito                   | 0,07         | 1,3  |
| Papel (papelão)           | 0,23         | 4,4  |
| Plástico rígido           | 0,381        | 7,3  |
| Plástico Maleável         | 0,26         | 5,0  |
| Vidro                     | 0,17         | 3,3  |
| <b>Total</b>              | <b>5,197</b> |      |
| <b>Geração per capita</b> | <b>0,650</b> |      |

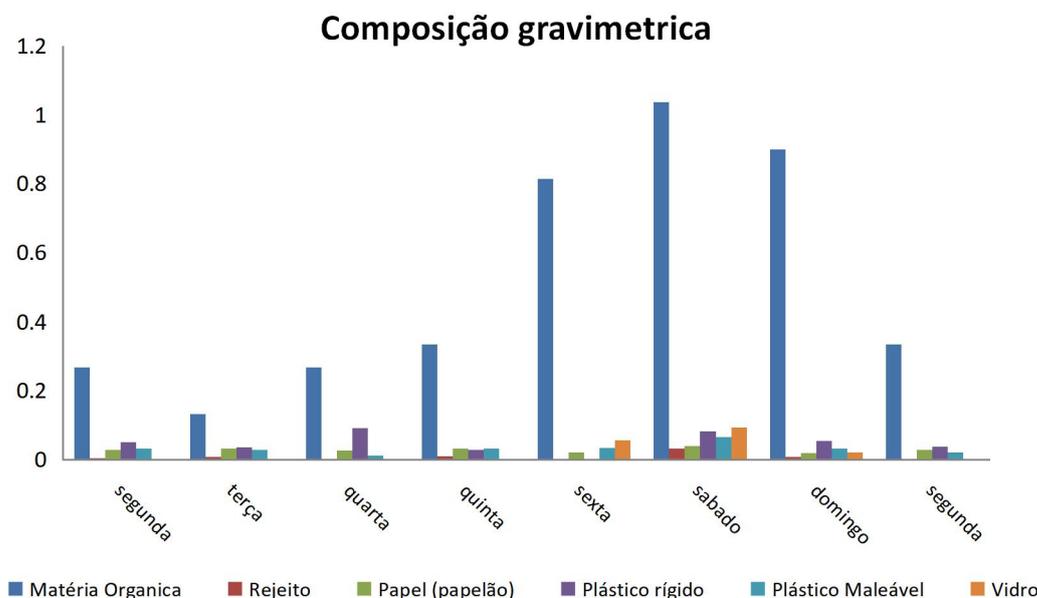
A maior quantidade de resíduos foi para a matéria orgânica com 78,6% dos resíduos gerados. Resultado acima dos dados do IPEA (2012) em que a geração média é de 51, 4%. Cabe ressaltar que existe penas um morador em casa, que muita das vezes perde a comida, pelo prazo de validade, sendo este o fator determinante para a grande quantidade de orgânicos gerados. Em relação aos recicláveis estes, somando as categorias, totalizam 20% de resíduo gerado, sendo que desse total, o papel (papelão) representou 4,4%, plástico rígido 7,3%, plástico maleável 5,0%, vidro 3,3%. Estes se mostraram semelhantes à estimativa de recicláveis gerados conforme IPEA (2012) Cabe ressaltar que a maior produção se deu por plástico rígido, evidenciando-se as embalagens de produtos comprados, devido aos hábitos de consumo.

A parcela de rejeito representou apenas 1,3 %, muito baixo da média nacional, porém a quantidade gerada é devido ao morador passar a maior parte do tempo fora de casa, retornando apenas para dormir nos dias de semana.

A expressiva quantidade de orgânicos e recicláveis evidencia um potencial a ser explorado, apontando a

necessidade de destinação final ambientalmente adequada seja por meio da coleta seletiva ou a compostagem dos resíduos.

A Figura 4 apresenta a quantidade de resíduos por diferentes tipologias durante os dias da semana.



A maior produção de resíduos se deu no final de semana: sexta, sábado e domingo, grande parte disto se dá pelo fato de que o morador está presente na residência e quando avalia a validade dos resíduos orgânicos, o qual gera-se muito resto de comida.

## CONCLUSÕES

A análise dos resultados da caracterização dos RSD permitiu verificar que, seguindo a tendência nacional, maior fração é de matéria orgânica 78,6%, seguido por 20,0% de recicláveis e 1,3% de rejeito. Porém a geração per-capta dos resíduos é de 0,650 Kg.hab.dia<sup>-1</sup>. A maior

quantidade de resíduos é gerado aos fins de semana. A grande incidência de orgânicos e recicláveis evidencia um potencial a ser explorado, apontando a necessidade de destinação final ambientalmente adequada seja por meio da coleta seletiva ou a compostagem dos resíduos.

PEREIRA NETO, J. T.; Gerenciamento do lixo urbano: aspectos técnicos e operacionais. Viçosa: UFV, 2007. 129 p.  
RIBEIRO. L. M. M., Avaliação quantitativa da segregação de resíduos sólidos recicláveis no município de Canoas – RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL; 24, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2007. p.11-17.

### REFERÊNCIAS

ESCOSTEGUY, P. A. V. **Gerenciamento de resíduos sólidos e seus impactos Ambientais: uma visão do contexto atual.** Passo Fundo: UPF Editora, 2003. 112 p.

MONTEIRO, J. H. P.; FIGUEREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A. F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA,, T. P. F., MANSUR, G. L. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ambiente urbano. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, p 111- 124, 2008.

### CONTROLE E GESTÃO DE IRRIGAÇÃO COM PLATAFORMAS ALTERNATIVAS

EDSON DE OLIVEIRA VIEIRA  
ERIKA SATY KIMOTO  
KARLA DANIELLE RODRIGUES  
JOSUÉ SANTOS DUARTE  
PEDRO AUGUSTO ALVES AMARAL  
SÁVIO SILVA RODRIGUES  
LEONARDO NASCIMENTO LIMA

#### Resumo

O controle de irrigação permite que pequenos produtores rurais tenham a disposição uma ferramenta para minimizar os impactos da crise hídrica. Utilizando a plataforma de micro controladores Arduino e ESP, foi desenvolvido um sistema para controle e gestão de irrigação, pois essas plataformas são de baixo custo e dispõem de suporte didático. O princípio de funcionamento do sistema desenvolvido é através da capacidade de campo do solo, não deixando que seja inserido excesso de água, evitando desperdício e otimizando a irrigação. O sistema desenvolvido foi apresentado para o público jovem, filhos de pequenos produtores rurais na Escola Família Agrícola Veredinha – EFAV, durante atividade de extensão. A modularidade dos micro controladores, permitiu a aplicação de funções, como controle de umidade, temperatura, nível de reservatório e outros.

**Palavras chave:** *Controle de irrigação; Manejo de irrigação; Agricultura familiar*

#### Abstract

Irrigation control allows smallholder farmers to have at their disposal a tool to minimize the impacts of the water crisis. Using the Arduino and ESP microcontroller platform, a system for irrigation control and management was developed, as these platforms are inexpensive and have didactic support. The principle of operation of the developed system is through the field capacity of the soil, not allowing excess water to be inserted, avoiding waste and optimizing irrigation. The developed system was presented to the young public, children of small farmers at the Veredinha Agricultural Family School - EFAV, during extension activity. The modularity of the micro controllers also allows the application of functions such as humidity control, temperature, reservoir level and others.

**Keywords:** *Irrigation control; Irrigation management; Family agriculture*

#### INTRODUÇÃO

A crise hídrica que se estende em diversos estados brasileiros, causa perdas consideráveis nos setores de agricultura

por queda na produção, na pecuária por baixa oferta de insumos e ingredientes para formulação de rações e na alimentação humana com alta nos preços.

Os pequenos agricultores acabam sendo os mais sensíveis, nessa crise hídrica, uma vez que dispõem de menos recurso, financeiro, estrutural e tecnológico para enfrentar as dificuldades existentes nesse cenário.

Existem diversas alternativas para se fazer irrigação, a nível de agricultura familiar e com baixo custo. Sendo que já existem recomendações para sistemas instalados em pequenas áreas, (COELHO et al., 2012).

O uso eficiente da água é de singular relevância para que seja garantida uma seguridade hídrica, independente da região. No caso do Semiárido, devido as oscilações que ocorrem nas precipitações pluviométricas, o uso eficiente da água é fundamental, (FERREIRA et al., 2016).

A automação permite minimizar esses impactos gerados na crise hídrica, através do monitoramento e tomada de decisão de forma mais precisa, gerando assim uma maior eficiência.

Um microcontrolador é um pequeno computador em que o usuário pode fazer uma programação para executar uma determinada tarefa, fazendo um processo de automação, (ROBERTS, 2011).

As plataformas de micro controladores Arduino e ESP, permitem que sejam realizados processos de automações, com diversas finalidades ou aplicações. Dentre as famílias de micro controladores citados acima, os modelos Arduino UNO, MEGA, NANO e ESP 32 são muito empregados devido a facilidade de suporte de materiais, livros, artigos, vídeos e fóruns online.

Juntamente com os micro controladores, pode-se aplicar sensores para monitorar eventos, como por exemplo, temperatura, umidade, pressão, vazão, nível, luminosidade e outros.

Por isso, tem-se como objetivo, a apresentação de controle de irrigação alterna de baixo custo para garantir a seguridade hídrica de pequenos agricultores em regiões com histórico de crise hídrica frequente.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Utilizou-se o microcontrolador Arduino, modelo UNO-R3, para o controle e gestão da irrigação. Com o código sendo inserido após parâmetros de calibração e teste.

Para a programação dos micro controladores utilizou-se a interface de programação arduino IDE, conforme a

figura 1, sendo software livre e compatível com diversos sistemas operacionais.

**FIGURA 1:** Código fonte construído no IDE do Arduino e comentado.

```
higrometro | Arduino 1.8.8
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

higrometro $

int sensor1 = 9; // porta de conexão do sensor
int led = 8; // porta de conexão do led
int rele = 7; // porta de conexão do rele
void setup() {
  pinMode(sensor1, INPUT); // sensor é uma entrada
  pinMode(led, OUTPUT); // led é uma saída
  pinMode(rele, OUTPUT); // rele é uma saída
}

void loop() {
  while(digitalRead(sensor1)==HIGH) //quando o solo tiver seco
  {
    digitalWrite(led,HIGH); // liga o led para sinalizar
    digitalWrite(rele,HIGH); // ativa o rele para irrigar
    delay(10000); // tempo em milissegundos 10000 ms = 10 s
  }
  digitalWrite(led,LOW); // desliga o led
  digitalWrite(rele,LOW); // desliga o rele
  delay(1000); // espera 1 segundo
}
// no caso do uso de modulo digital, calibrar com a Cap. Campo
```

A calibração do sensor de umidade de solo (higrômetro) foi obtida com o teste de capacidade de campo da amostra de solo, em um funil com revestimento em papel. A água foi adicionada lentamente através de uma pipeta graduada até começar a escorrer pelo funil.

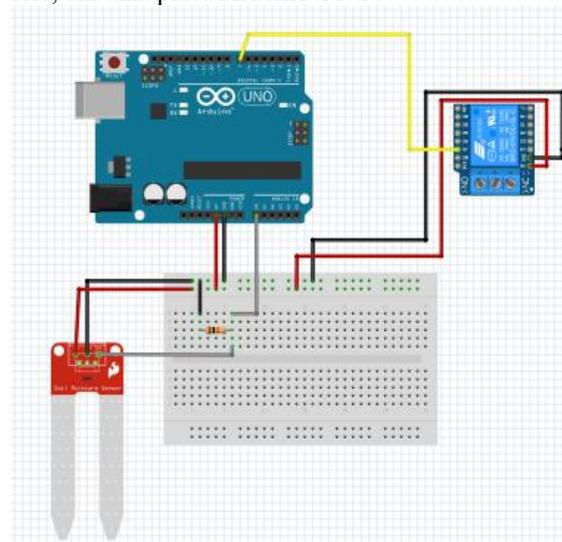
Na ausência da pipeta graduada, pode ser usado outro recipiente, pois a quantidade de água, nesse caso, foi apenas para colocar o solo na capacidade de campo para a calibração do sensor.

Após um determinado tempo a água para de escorrer, indicando que o solo está na capacidade de campo, nesse momento o sensor foi inserido e obteve-se a resistência elétrica para essa capacidade de campo.

No campo, o sensor foi instalado na profundidade onde foi retirada a amostra de solo, visando garantir maior precisão. Em profundidades maiores que 5 cm o sensor foi protegido com um tubo PVC, deixando apenas as partes das hastes expostas.

As hastes podem ser compradas ou fabricadas com um pedaço de fio de cobre rígido, bastando apenas respeitar o espaçamento dos elétrodos. Na figura 2 está representado o esquema de ligação do sensor e do relé a uma placa Arduino UNO.

**FIGURA 2:** Esquema de ligação do sensor e do relé, em uma placa Arduino UNO.



Após 6 meses ou a cada plantio é necessário recalibrar o sensor, pois devido a mudanças na estrutura do solo e oxidação do sensor, pode haver perda de precisão.

O relé tem por finalidade ligar ou desligar a motobomba ou válvula solenoide para irrigação via gravidade. O relé pode

ser comprado como um módulo ou separadamente, suportando uma corrente de até 10 ampères.

Caso seja ligado uma motobomba mais potente, deve-se ligar o relé em uma contatara para realização da manobra de acionamento.

Com o conjunto básico pronto, o sistema de irrigação foi acoplado, sendo constituído de uma mangueira com cotonetes servindo de micro aspersores ou em uma mangueira de gotejamento.

O funcionamento consiste em monitorar de forma automática a umidade do solo, não deixando que excesso de água seja aplicado, respeitando a capacidade de campo do solo.

De forma automática, a irrigação é ligada ou desligada, não necessitando de interferência humana, também gerando maior comodidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi desenvolvido um sistema de controle e gestão de irrigação, utilizando a plataforma de micro controladores Arduino, para demonstração da sua funcionalidade e treinamento de grupos envolvidos na agricultura familiar, em especial os jovens, normalmente filhos de produtores rurais.

A montagem e operação foi demonstrada para que a replicação fosse

possível, com um material didático em forma de panfleto, contendo as instruções e o código utilizado, sendo distribuído para os membros presentes, conforme pode ser visualizado na figura 3.

**Figura 3:** Apresentação e demonstração do sistema de controle e gestão de irrigação com Arduino na Escola Família Agrícola Veredinha – EFAV, durante atividade de extensão.



Com a disseminação da informação, os estudantes da EFAV podem replicar o projeto em suas casas, normalmente propriedades rurais de pequeno porte, com pouca ou nenhuma automação gerando economia de água e praticidade.

Os estudantes relataram também a praticidade que o controle e gestão de modo automático da irrigação permite, pois muitos devem ir até a localização da motobomba e fazer o acionamento /desligamento manualmente, gastando e energia elétrica e tempo.

A questão da manutenção também foi abordada, com a possibilidade de substituir apenas os componentes que

apresentaram problemas, sem a necessidade de comprar tudo novamente. Gerando uma manutenção com baixo custo.

O custo de aquisição desse micro controlador também foi atrativo, com modelos custando de 25 a 70 reais, em sites de compra online. O mesmo vale para o sensor higrômetro, custando de 10 a 20 reais. Contando todos os componentes, o custo total gira em torno de 100 reais.

Outros sensores podem ser adicionados como por exemplo, o ultrassônico HC-SR04, podendo ser utilizado para medir o nível de água do reservatório e seu volume. Além de periféricos de comunicação, como rede WIFI para o ESP32 ou SIM800L para rede de celulares.

Adicionando um módulo relógio e micro SD, pode-se fazer um *datalogger* com o consumo diário de água no reservatório, como foi realizado no projeto de controle de irrigação e reservatórios no ICA/UFMG, conforme a figura 4.

**FIGURA 4:** Protótipo desenvolvido no ICA/UFMG para controle e gestão de irrigação e reservatórios, utilizando as plataformas Arduino e ESP.



Por fim tanto a plataforma Arduino ou ESP permitiram a ampliação de um projeto por serem modulares, ou seja, no caso do protótipo desenvolvido é possível adicionar mais funções caso o produtor veja necessidade.

## CONCLUSÕES

O protótipo desenvolvido conseguiu monitorar a umidade do solo até a sua capacidade de campo, controlando a quantidade de água a ser utilizada durante o processo de irrigação.

O controle e gestão de modo automático também permitiu maior

comodidade evitando acionamento manual do sistema de irrigação.

A sua replicação é simples e envolve poucos componentes, com um minicurso e material didático básico sendo o suficiente para capacitar uma pessoa.

### AGRADECIMENTOS

Ao professor Edson de Oliveira Vieira e demais membros do GERHISA.

### REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C.K. **Fundamentos de circuitos elétricos**. Porto Alegre: AMGH, 2013.

*COELHO, E. F. et al.* **Sistemas e Manejo de Irrigação de Baixo Custo para Agricultura Familiar**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014.

FERREIRA, E. P. et al. **Uso eficiente da água de chuva armazenada em cisterna para a produção de hortaliças no Semiárido pernambucano**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.11, n.2, p.1-7, 2016.

ROBERTS, M. **Arduíno Básico**. São Paulo: NOVATEC: Capítulo I, p. 22, 2011.

### GESTÃO DE CONSUMO SUSTENTÁVEL DE ENERGIA ELÉTRICA NA UNINCOR

FÁBIO ANTÔNIO PIMENTA BIASO

ROSANGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES

ROSILENE DE FREITAS FRANCISCO

MAICON DE SOUZA COSTA

FERNANDO CAIO ELIAS SILVA

EUNICE MUSA NEVES DOS SANTOS

#### Resumo

*A preocupação pela minimização de gastos com o consumo da energia elétrica estimula as instituições a investirem em estudos e análises nas áreas de economia e conservação de energia, onde ações como mudanças contratuais e conscientização do consumo no dia-a-dia, podem gerar economia de energia e retorno financeiro para a instituição. Objetivou-se avaliar o consumo energético e identificar os métodos utilizados para mitigação dos possíveis impactos gerados ao meio ambiente e sua destinação final da Universidade Vale do Rio Verde, unidade de Três Corações – MG. Para tanto, foi realizado o levantamento de dados na Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, situada em Três Corações, por meio de informativo de consumo de conta de energia elétrica, visitas à sede da universidade e levantamento de dados de medidas preventivas e corretivas, bem como do gerenciamento do descarte de lâmpadas. A média de consumo entre os meses de janeiro a dezembro tendo como base o ano de 2017 resultou no montante de 41.883 quilowatts por hora. Embora o consumo energético da instituição de ensino superior seja consideravelmente elevado em comparação a uso desses mesmos recursos em áreas residenciais, à instituição tem buscado medidas corretivas e preventivas para controle do consumo. Ações de campanhas educativas envolvendo os alunos vêm sendo desenvolvidas continuamente, bem como a modernização de equipamentos eletrônicos, substituição de lâmpadas antigas por lâmpadas de menor consumo e maior eficiência e o gerenciamento de lâmpadas com a destinação final ambientalmente adequada.*

**Palavras chave:** *Lâmpadas. Gerenciamento de resíduos sólidos. Sustentabilidade.*

#### Abstract

*Minimization of energy saving and stimulus expenses, such as investment and awareness actions in energy saving and conservation areas, such as non-daily consumption control and awareness actions, can generate Energy savings and return for the institution. Energy consumption and identification of mitigation processes of waste generated for the environment and the final destination of the University of Vale do Rio Verde, unit of Três Corações - MG. It was concluded and raised at the University of Vale do Rio Verde - UninCor, located in Three Research Centers, with the presence of a report on electricity consumption, data collection of preventive and corrective measures, as well as the disposal management. of light bulbs. The average consumption between the months of January based on 2017 redemption in the amount of 41,883 kilowatts per hour. The energy consumption of the higher education school is high compared to the costs of residential activities, an institution has sought corrective and preventive measures to control consumption. Actions for sending educational instructions such as people who always have the same continuity, as well as device modernization, replacement of actions by minors and minors, and more alert management with environmentally sound termination.*

**Keywords:** *Lamps. Solid waste management. Sustainability.*

#### INTRODUÇÃO

O entendimento sobre os assuntos envolvendo questões de sustentabilidade vem crescendo e se tornando uma

tendência no cenário global, devido à necessidade de preservação do meio ambiente, pois, é por meio dele que retiramos os recursos naturais

fundamentais para a sobrevivência da humanidade e toda forma de vida contida na terra, como os recursos hídricos, fontes de alimentos e matérias-primas.

Segundo a Comissão Brundtland, a definição de sustentabilidade mais aceita é a qual considera que o desenvolvimento sustentável deve satisfazer às necessidades da geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras, (WCED, 1987).

Um importante recurso utilizado pela sociedade, seja nas residências ou nas indústrias de pequeno, médio e grande porte, é o uso da energia elétrica, que é aplicado de inúmeras formas. Desde o uso de uma simples lâmpada como até mesmo para o abastecimento energético de equipamentos de uma grande linha de produção de um empreendimento.

O mercado nacional investe em novas tecnologias que fazem o melhor uso e economia, como afirma Goldemberg e Lucon (2007). Isso pode ser concretizado por meio de políticas e ações relativamente simples e muitas vezes economicamente atrativas. Novas tecnologias mais eficientes em refrigeradores, aparelhos de ar condicionado, motores e lâmpadas já são produzidas e comercializadas no país.

A redução do consumo de energia por novas tecnologias tem uma grande vantagem para o meio ambiente onde exigirá menos do meio ambiente para a obtenção de energia, como afirmado por Goldemberg e Lucon (2007), e a eficiência energética é, sem dúvida, a maneira mais efetiva de ao mesmo tempo reduzir os custos e os impactos ambientais locais e globais. Além disso, a conservação da energia diminui a exploração dos recursos naturais.

Para garantir os padrões atuais de energia e conservar o consumo para o futuro, Goldemberg e Lucon, (2007) descreve que estimativas feitas por um grupo da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) indicam que na área de eletricidade seria viável obter uma redução de 38% no consumo de eletricidade a ser atingido em 2020. Para assim conservar e estabilizar o uso para toda a população nacional em futuro próximo.

A preocupação pela minimização de gastos com o consumo da energia elétrica estimula as instituições a investirem em estudos e análises nas áreas de economia e conservação de energia, onde ações como mudanças contratuais e conscientização do consumo no dia-a-dia,

podem gerar economia de energia e retorno financeiro para a instituição (SILVA et. al., 2011).

Este projeto tem como intuito apresentar as propostas de destinação de resíduos da Instituição de Ensino Superior (IES) Universidade Vale do Rio Verde – Unincor. Fundada em 1965, suas atividades como uma Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras em 1975, a IES se transformou no Instituto Superior de Ciências, Letras e Artes de Três Corações – UNINCOR. Em 07 de setembro de 1990, a antiga Fundação Tricordiana passou a denominar-se Fundação Comunitária Tricordiana de Educação, tendo como objetivo a promoção da educação contínua através do ensino, pesquisa e de extensão.

Assim, objetivou-se neste trabalho, apresentar o consumo energético e identificar os métodos utilizados para mitigação dos possíveis impactos gerados ao meio ambiente e sua destinação final da Universidade Vale do Rio Verde, unidade de Três Corações – MG.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizado o levantamento de dados na Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, situada em Três Corações, por

meio de visitas à sede da IES, informativo de consumo de conta de energia elétrica e aplicação de um questionário. A Unidade de Três Corações se caracteriza por apresentar 19 cursos de graduação presenciais, apresentando uma população de aproximadamente 2800 pessoas, sendo aproximadamente 2100 alunos.

Foram realizadas visitas nas instalações objetivando identificar os setores que mais consomem e fazem uso dos recursos providos pela energia elétrica com o intuito de entender melhor o funcionamento da empresa e identificar os setores com maior número de lâmpadas em uso.

Os dados de consumo energético foram fornecidos pela Instituição. A partir dos registros de consumo mensais durante o período de 12 meses, no ano de 2017, foi realizada a somatória dos valores mensurados mensalmente e dividido pela quantidade de 12 meses considerando o período do ano 2017.

Em complemento, buscou-se verificar quais as medidas que a empresa vem tomando para a redução do consumo de energia provocado pelo uso de lâmpadas para iluminação dos ambientes internos e externos da instituição na IES por meio da aplicação de um questionário.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo médio mensal da UninCor no ano de 2017 foi de 41.883 Kwh e total anual de 459.528 Kwh. Na UFS, no ano de 2016, no campus Itabaiana, os meses de outubro e abril marcam os maiores índices de consumo, somando cerca de 120.120 kWh. Os meses com menores índices foram junho e janeiro, que somam 80.220 kWh.

Através de visita nas instalações da empresa foi possível entender melhor o funcionamento e identificar os setores com maior número de lâmpadas em uso. Foram constatados os seguintes horários de funcionamento dos principais setores da IES, como:

- Clínica odontologia: funciona de segunda-feira a quinta-feira, de 07:00 horas às 21:30 horas, sexta-feira, de 07:00 horas às 18:30 horas, e sábado, de 08:00 horas às 17:00 horas;

- Salas de aula do Colégio Aplicação: funciona de segunda-feira a sexta-feira, de 07:00 horas às 12:30 horas e de 13:00 horas às 17:30 horas;

- Salas de Graduação: funciona de segunda-feira a sexta-feira, de 19:00 horas às 22:35 horas. E cursos de odontologia e

veterinária que funcionam das 07:00 as 12:20 horas e de 13:00 as 17:40 horas.

- Setores administrativos com o funcionamento de segunda-feira a sexta-feira, de 07:00 às 18:00 horas.

Quanto à manutenção dos serviços elétricos, esta é realizada de maneira preventiva e corretivamente. De acordo com o questionário, a manutenção, obras e benfeitorias das instalações, vêm sendo realizadas desde o ano de 2016, nas quais trocas gradativas das lâmpadas convencionais ou fluorescentes por lâmpadas de LED tem sido efetivadas, gerando uma economia de 10% a 20% no consumo em comparação com anos anteriores.

Foram contatados durante as visitas na IES sobre informativos e adesivos com frases de mobilização e campanhas educativas para promover a redução do consumo de energia elétrica nas salas de aula e nos setores administrativos dentro da unidade de Três Corações, além de ser uma importante ferramenta para a educação ambiental com o “SE LIGA, DESLIGA!” para a formação de alunos replicadores de práticas sustentáveis na população e informativos internos para os auxiliares administrativos

Quanto ao gerenciamento e a destinação ambientalmente adequada das lâmpadas, essas são quantificadas e armazenadas em um local apropriado e semestralmente uma empresa credenciada no órgão ambiental realiza a coleta e promove a destinação final ambientalmente adequada.

### CONCLUSÕES

A média de consumo entre os meses de janeiro a dezembro tendo como base o ano de 2017 resultou no montante de 41.883 quilowatts por hora. Embora o consumo energético da instituição de ensino superior seja consideravelmente elevado em comparação a uso desses mesmos recursos em áreas residenciais, à instituição tem buscado medidas corretivas e preventivas para controle do consumo.

Ações de campanhas educativas envolvendo os alunos vêm sendo desenvolvidas continuamente, bem como a modernização de equipamentos eletrônicos, substituição de lâmpadas antigas por lâmpadas de menor consumo e maior eficiência e o gerenciamento de lâmpadas com a destinação final ambientalmente adequada.

### REFERÊNCIAS

AESELETROPAULO. 2018. Conceitos de Energia Elétrica. Disponível em: <<https://www.aeseletropaulo.com.br/educacao-legislacao-seguranca/informacoes/Paginas/conceitos-de-energia-eletrica.aspx>> Acesso em: 19 de junh. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. (2004) NBR 10004: **Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro. ANBT. 71p.

BERMANN, Célio. Energia no Brasil: para quê. Para quem, v. 2, 2002. Disponível em: <[http://br.boell.org/sites/default/files/downloads/energia09\\_port\\_Apresentacao\\_LAREF\\_2009\\_-\\_celio\\_bermann.pdf](http://br.boell.org/sites/default/files/downloads/energia09_port_Apresentacao_LAREF_2009_-_celio_bermann.pdf)> Acesso em: 26/jun. 2018.

ECYCLE. (2012) Lâmpadas LED podem ser recicladas? Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/49lampadas/685lampadasledpodemserrecicladas.html>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

FRANCISCO, W.C. (2009). Energia Hidrelétrica. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com.br/geografia/energiahidreletrica.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007

LORA, E. E. S.; **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**, 1th ed., Aneel-Agência Nacional de Energia Elétrica: Brasília, 2000.

SACHS, Ignacy, 1998, **Energia e desenvolvimento sustentável**, 1998.



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

SILVA, F.R. (2013) Impactos Ambientais Associados à Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes. *InterfaceEHS – Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 8, n. 1, p. 42 69.

SILVA, M. S.; CARVALHO, C. S.; MENEZES, R. F. A.; TEODORO JUNIOR, J. R.; SILVA, L. M. Eficiência energética na gestão da conta de energia elétrica da Universidade Federal de Sergipe. *Anais do XI Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul, II Congresso internacional IGLU*. Pg. 1-12, 2011.

World Commission on Environment and Development – WCED. (1987). *De uma terra a um mundo: uma visão geral*. Oxford: Oxford University Press.

Universidade Federal de Sergipe (2016). Disponível em: <http://www.ufs.br/conteudo/56196-aumento-do-gasto-com-energia-eletrica-na-ufs-em-2016-resulta-em-campanha-de-conscientizacao>.

### CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES DA FAZENDA EXPERIMENTAL UNINCOR - MG

Alisson Souza de Oliveira

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques

Paola Cristina da Silva Lopes

Ananda Kelly de Abreu Mariano

Eunice Musa Neves dos Santos

Dener de Souza Borges

Jean Luis de Oliveira

#### Resumo

*A conservação de nascentes e mananciais é de extrema importância para o meio ambiente, pois elas são a origem dos rios que abastecem a população. Assim, se faz necessário diagnóstico das nascentes para verificar o grau de perturbação afim de conservadas. Objetivou-se neste estudo realizar o diagnóstico ambiental das nascentes da fazenda experimental da Universidade Vale do Rio Verde, inseridas nos limites da sub-bacia do Rio Verde, a montante da área de captação de água que abastece o município de Três Corações. Para tanto foi realizado um levantamento da área de preservação permanente de nascentes. Para a identificação do tipo e uso e ocupação do solo. Foi avaliado também o grau de degradação das nascentes, identificado o tipo de bioma em que as mesmas estão inseridas. As nascentes foram classificadas a partir do fluxo de água em efêmeras, intermitentes e perenes, e identificadas a partir dos olhos d'água e demarcadas suas coordenadas geográficas. Posteriormente foram processadas no ARCgis para a quantificação das áreas. Foram observadas 2 nascentes que foram classificadas como perene e efêmera. Das áreas de preservação permanente são ocupados 57,6% de mata nativa, 13,4% de pastagem, 29% de capoeira em estagio inicial de regeneração. A área possui cercamento, porem não o recomendado pela legislação, além de algumas espécies plantas subdesenvolvidas devido a inexistência de manutenção da área. De modo geral, as APPs das nascentes apresentam de um nível de degradação ambiental, sendo observados presença de animais, alterando a qualidade de água e o assoreamento, reduzindo o regime hídrico.*

**Palavras chave:** Degradação. Recursos Hídricos. Qualidade de água. Quantidade de água.

#### Abstract

*The conservation of springs and springs is extremely important for the environment, as they are the source of the rivers that supply the population. Thus, the diagnosis of the springs is necessary to verify the degree of disturbance in order to preserve. The objective of this study was to perform the environmental diagnosis of springs of the experimental farm of the Vale do Rio Verde University, within the limits of the Rio Verde sub-basin, a value of the water catchment area that supplies the municipality of Três Corações. To this end, a survey of the permanent spring preservation area was carried out. To identify the type and use and occupation of land. The degree of degradation of the springs was also evaluated, identifying the type of biome that is inserted. As springs were classified from the water flow in the cameras, intermittent and perennial, and identified from the water eyes and demarcated from their geographical coordinates. Subsequently, they were processed in ARCgis for area quantification. Two springs were observed that were classified as perennial and ephemeral. Permanent preservation areas are occupied by 57.6% of native forest, 13.4% of pasture, 29% of capoeira in the initial stage of regeneration. An area has fencing, as not recommended by law, in addition to some underdeveloped plant species due to the lack of maintenance of the area. In general, as APPs, the springs present a level of environmental degradation, being observed the presence of animals, altering the water quality and silting, the statistics of the water regime.*

**Keywords:** *Degradation. Water resources. Water quality. Amount of water.*

## INTRODUÇÃO

Nascentes são afloramentos superficiais de lençóis subterrâneos. A nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade, abundante e de fluxo contínuo ou perene.

A demanda de água em quantidade e qualidade é cada vez maior frente principalmente ao crescimento populacional desordenado com a ocupação de áreas de preservação permanente seja por construções, desmatamento ou a utilização dessas áreas para o cultivo de culturas. Diversos são os usos de água, sendo que muitos destes implicam na retirada de água do manancial, como o abastecimento público (VON SPERLLING, 2005).

Conforme Oliveira-Filho et al. (1994), a devastação das matas ciliares tem contribuído para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, a erosão das margens de grande número de cursos d'água, além do comprometimento da Fauna silvestre.

A conservação de nascentes e mananciais é de extrema importância para o meio ambiente, pois elas são a origem

dos rios que abastecem a população. Por isso, é preciso uma avaliação cuidadosa das nascentes para verificar o grau de perturbação em que as mesmas se encontram para mantê-las conservadas.

Para a recuperação ambiental dessas áreas é necessário o estabelecimento de espécies vegetais por meio do reflorestamento que permitirá a conservação dos recursos hídricos tanto em quantidade como em qualidade. Assim, se faz necessária a realização do diagnóstico ambiental da área em que o processo ocorrerá para o estabelecimento de processos adequados.

Neste sentido objetivou-se realizar o diagnóstico ambiental das áreas perturbadas e/ou degradadas de nascentes, inseridas nos limites da sub-bacia do Rio Verde, a montante da área de captação de água que abastece o município de Três Corações, Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Afim de realizar um diagnóstico ambiental, foi realizado um levantamento da área de preservação permanente APP de nascentes, na fazenda experimental da Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, situada em Três Corações MG,

para a identificação do tipo de solo e uso e ocupação do solo.

A fazenda possui 4 nascentes e um curso d'água, além de dois reservatórios artificiais de água (represa), a qual possui área de preservação permanente (APP). Possui 60 cabeças de gado e 10 de cavalo e a área remanescente composta por pastagem. Ressalta-se qual o objeto de estudo foi a nascente com maior fluxo de água localizada no interior da fazenda.

Para a identificação do tipo de solo, confrontou-se com o mapa de solos digital da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM, 2010).

Nessa visita foi avaliado o grau de degradação de degradação das nascentes, identificado o tipo de bioma em que as mesmas estão inseridas e a identificação do uso e ocupação do solo.

As nascentes foram classificadas a partir do fluxo de água em efêmeras, intermitentes e perenes, foram identificadas a partir dos olhos d'água e demarcadas suas coordenadas geográficas por meio do aplicativo "C7 GPS dados".

Posteriormente foram processadas no Arcgis para a quantificação das áreas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram levantadas 2 nascentes, classificadas como perene e a outra com características efêmeras, que contribuem para o manancial de captação de água superficial, para a formação do curso d'água inseridas nos limites da bacia do Rio Verde, para o abastecimento da população do município de três corações.

Os solos da área são classificados por Latossolos vermelho amarelo, apresenta as seguintes características: solos de perfil profundo, B latossólico, textura muito argilosa, fertilidade natural baixa e saturação de bases também baixa, declividade variando de 5 a 15 graus, formas convexas, susceptibilidade média a erosão, profundidade efetiva maior que 2m.

A região está inserida em zona de transição de Cerrado com Mata Atlântica com predominância de mata atlântica, ocorrendo três fitofisionomias, que foram classificadas de acordo com Ribeiro & Water (1998): Cerrado típico, Mata de galeria e Floresta estacional semidecidual.

A vegetação nativa é caracterizada como floresta estacional semidecidual, em diferentes estágios de sucessão secundária variando de médio a avançado de regeneração natural.

As áreas de pastagens são compostas basicamente com a

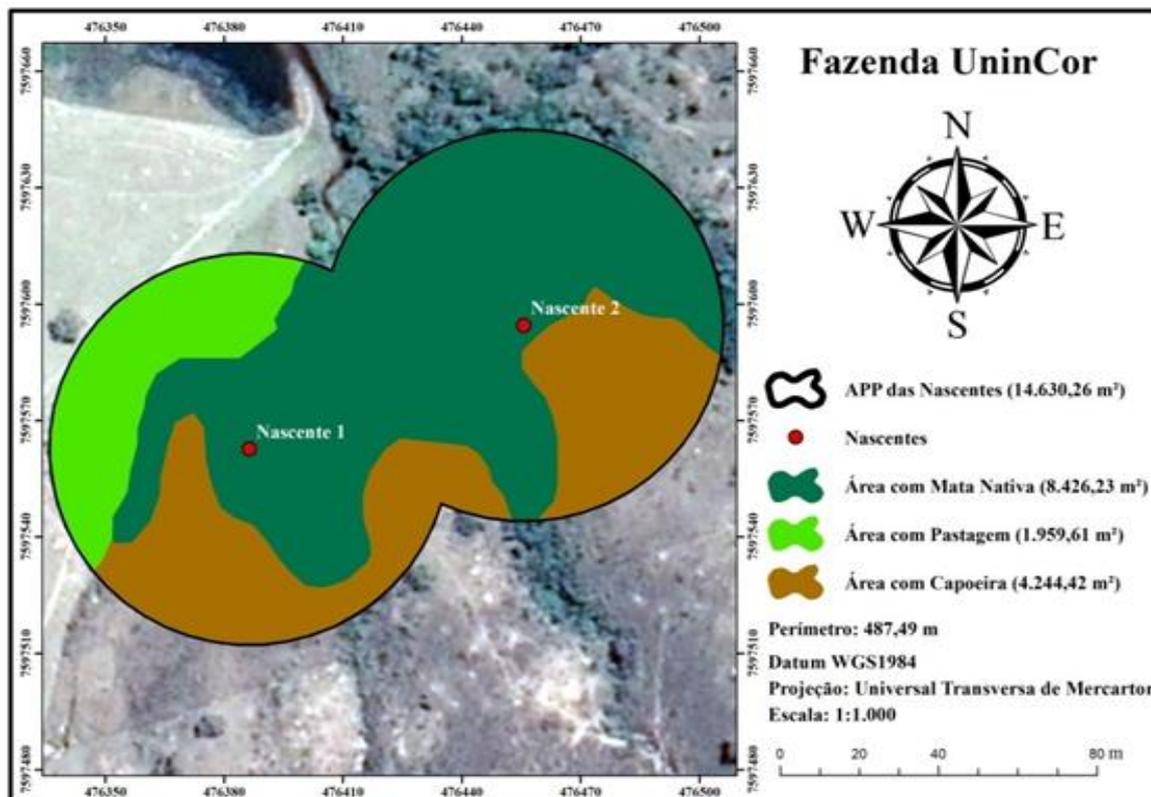
predominância de brachiaria sendo que os principais impactos são a excessiva compactação do solo devido a presença de gado, existe ainda nessa área a presença de algumas mudas de espécies florestais plantadas, porém, devido a competição com a pastagem e devido a não manutenção como coroamento dessas mudas, as mesmas encontram-se subdesenvolvidas.

Existe ainda uma área de capoeira em estágio inicial de recuperação, com espécies colonizadoras, pioneiras, já iniciando a colonização, ou seja, em com

indivíduos jovens de espécies nativas, também foi possível observar a presença de gramíneas.

As áreas de preservação permanente das nascentes são compostas por vegetação nativa, pastagem e capoeira.

As áreas das nascentes a serem recuperadas possuem diferentes características de uso e ocupação do solo e se encontram perturbadas. A área perfaz um total de 1,46 ha de áreas sendo que 0,84 há é ocupado por mata nativa, 0,19ha encontra-se com pastagem, e 0,42 por capoeira (Figura 1)



Com base em pesquisas de campo, as nascentes possuem áreas degradadas com solo exposto à montante da nascente que fazem divisa com outra propriedade, com início de processo erosivo, sendo possível verificar o grau de impacto na nascente pelo assoreamento e depósito de sedimentos, alterando o fluxo de água da mesma conforme Figura 2. Ressalta-se a formação de bancos de areia desde o olho d'água.

Figura 2. Assoreamento da nascente.



Foram identificados fezes de animais na área próximo ao curso d'água podendo alterar a qualidade de água da mesma (Figura 3).

Figura 3. Presença de fezes de animais no curso d'água.



## CONCLUSÕES

Foram observadas 2 nascentes que foram classificadas como e perene e a outra efêmera. Das áreas de preservação permanente são ocupados 57,6% de mata nativa, 13,4% de pastagem 29% de capoeira em estágio inicial de regeneração. A área já possui cercamento, porém não o recomendado pela legislação, além de algumas espécies plantas que se encontram subdesenvolvidas devido a inexistência de manutenção da área. De modo geral, as APPs das nascentes apresentam de um nível de degradação ambiental, sendo observados presença de animais, alterando a qualidade de água e o assoreamento, reduzindo o regime hídrico.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Mapa de solos de Minas Gerais**: legenda expandida. Belo Horizonte: Fundação Estadual de Meio Ambiente/UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010. 49p.

RIBEIRO, J. F. & WATER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 89-169. In: S. SANO & S. P. ALMEIDA

(eds.). Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA-CPAC, Planaltina.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos** (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; vol. 1). Belo Horizonte: DESA-UFMG, 452p. 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; ALMEIDA, R. J. de; MELLO, J. M.de; GAVILANES, M. L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras, MG.b

### LEVANTAMENTO E COMPARAÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO EM ÁREAS RURAIS NO BRASIL E MINAS GERAIS

ELIANA ALCANTRA  
ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES  
RODRIGO COSTA  
EUNICE MUSA NEVES DOS SANTOS  
FERNANDO CAIO ELIAS SILVA

#### Resumo

A modernização da agricultura, a expansão da mecanização agrícola, vem contribuindo com o aumento na produção, porém, tornou-se um ambiente de trabalho cada dia mais insalubre e perigoso aos trabalhadores rurais, afetando a saúde ocupacional. Estima-se que ocorram, anualmente, cerca de três milhões de acidentes com trabalhadores no País. Na zona rural, a situação é bem mais grave, pois grande parte das pessoas trabalham por conta própria e sem carteira assinada e acabam não evidenciados nas ocorrências de acidentes. Objetivou-se realizar um levantamento e comparação de ocorrências de acidentes no setor rural no Brasil e Minas Gerais no período de 2012 a 2014. Para tanto foram adquiridos dados de levantamento de acidentes por meio de Anuários Estatísticos de Acidente de Trabalhos, disponíveis no site da Previdência Social, sendo o período analisado de 2012 a 2014. Foram selecionadas as tabelas correspondentes aos acidentes ocorridos no território nacional em sua totalidade e em Minas Gerais. Filtradas pelo número do código de Classificação Nacional de Atividades Econômicas relativas às atividades do setor rural, somado o número de acidentes separadamente por ano de ocorrência e agrupados em tipos de acidente. Os dados foram plotados em gráficos em planilhas de Excel foram comparados em âmbito nacional e estadual. Ao se comparar os dados brasileiros com os de Minas Gerais comportamento semelhante foi observado, com maiores valores para acidentes típicos e menores quantidade de acidentes de doenças do trabalho, porém com diferentes porcentagens de doenças relacionadas ao trabalho e de trajeto, sendo maiores para Minas Gerais.

**Palavras chave:** Trabalhadores rurais. Segurança do trabalho. Saúde ocupacional. Prevenção.

#### Abstract

The modernization of agriculture, the expansion of agricultural mechanization, has contributed to the increase in production, however, making a work environment increasingly unhealthy and harmful to rural workers, affecting occupational health. It is estimated that about three million accidents occur every year with workers in the country. In the rural area, the situation is much more serious, since most people are self-employed and without a formal contract and are not evidenced in the occurrence of accidents. The objective was to carry out a survey and comparison of the occurrence of accidents in the rural sector in Brazil and Minas Gerais from 2012 to 2014. To this end, data from accident surveys were acquired through Statistical Yearbook of Work Accidents, available on the website of Social Security, being the analyzed period from 2012 to 2014. The tables corresponding to the accidents occurred in the national territory in its entirety and in Minas Gerais were selected. Filtered by the number of the National Classification of Economic Activities code for rural sector activities, summed the number of accidents separately by year of occurrence and grouped into types of accidents. Data were plotted in graphs in excel spreadsheets were compared nationally and statewide. When comparing the Brazilian data with those of Minas Gerais similar behavior was observed, with higher values for typical

accidents and smaller number of occupational diseases accidents. but with different percentages of work-related and commute diseases, being higher for Minas Gerais.

**Keywords:** Rural workers. Workplace safety. Occupational health. Prevention.

## INTRODUÇÃO

Os trabalhadores rurais estão incessantemente expostos a vários agentes que podem ocasionar acidentes, como ferramentas manuais, animais domésticos e animais peçonhentos, máquinas e implementos agrícolas e agrotóxicos (FEHLBERG ET AL., 2001).

Segundo o artigo 19 da Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991, “acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, ou pelo exercício do trabalho do segurado especial, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, de caráter temporário ou permanente”. Pode causar desde um simples afastamento, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho, até mesmo a morte do segurado.

No Brasil, segundo a AEAT (2017), foram registrados no total 549.405 acidentes sendo 18% dos trabalhos sem comunicado de acidentes de trabalho - CAT e 82% com CAT, registrados no INSS. Da parcela dos acidentes com CAT, 2,2% foram por motivo de doença, 75,5%

por acidentes típicos e 22,3 % por trajeto, contabilizando área urbana e rural.

Estima-se que ocorram, anualmente, cerca de três milhões de acidentes com trabalhadores no País (FEHLBERG et al., 2001). Na zona rural, a situação é bem mais grave, pois grandes partes das pessoas trabalham por conta própria e sem carteira assinada e acabam não evidenciados nas ocorrências de acidentes. Os trabalhadores rurais estão constantemente expostos a inúmeros agentes físicos, químicos e biológicos que podem causar acidentes, como máquinas e implementos agrícolas, ferramentas manuais, agrotóxicos, animais domésticos e animais peçonhentos.

É indicado que o sub-registro na zona rural seja maior do que na zona urbana, já que grande parte das pessoas trabalha por conta própria, não tendo carteira assinada e raramente registrando a ocorrência de acidentes (RODRIGUES & SILVA, 1986). Os trabalhadores da agricultura e da pecuária estão constantemente expostos a inúmeros agentes físicos, químicos e biológicos que podem causar acidentes, como máquinas,

implementos, ferramentas manuais, agrotóxicos, ectoparasiticidas, animais domésticos e animais peçonhentos (ALMEIDA, 1995).

A maioria dos estudos publicados sobre acidentes de trabalho rural utilizou dados secundários, coletados de registros de hospitais (COGBILL et al., 1991), comunicações de acidentes de trabalho (CATS) ou atestados de óbito (VIEIRA et al., 1983).

Neste contexto, objetivou-se neste trabalho realizar um levantamento e comparação de ocorrências de acidentes no setor rural no Brasil e Minas Gerais, realizados através de comparativos com base no anuário estatístico de acidentes de trabalho no período de 2012 a 2014.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho em questão foi realizado seguindo o modelo de uma análise documental, abrangendo todo o território nacional com ênfase em Minas Gerais.

A aquisição dos dados de levantamento de acidentes foi por meio de Anuários Estatísticos de Acidente de Trabalhos (AEAT), disponíveis no site da Previdência Social, sendo o período analisado de 2012 a 2014.

Foram selecionadas as tabelas correspondentes aos acidentes ocorridos no território nacional em sua totalidade e em Minas Gerais. Filtradas pelo número do código de Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE relativas às atividades do setor rural, somado o número de acidentes separadamente por ano de ocorrência e agrupados em tipos de acidente.

Os dados foram plotados em gráficos em planilhas de Excel e comparados os dados nacional e estadual.

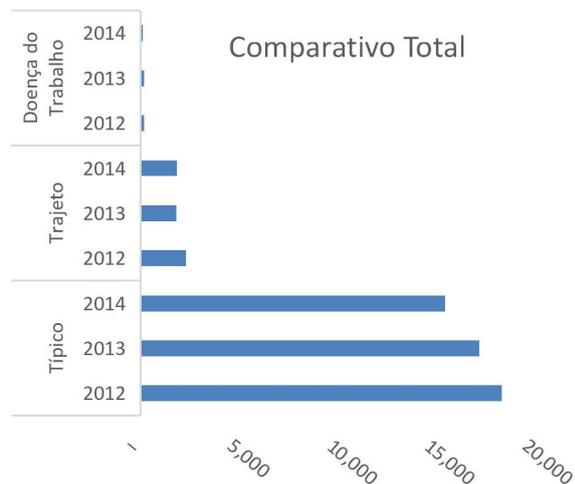
Por fim, foi evidenciado todo o sistema de gestão de segurança na área rural, passando por cada ferramenta utilizada, além de mostrar os meios de controle para acompanhamento do processo. A partir dessa abordagem citada anteriormente, foi possível chegar no resultado final, estruturado em um relatório e em uma apresentação para divulgação do trabalho executado.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Figura 1 apresenta o levantamento dos acidentes rurais no Brasil.

Figura 1 - Representação do número total de acidentes do trabalho registrados por CAT, separados por tipos de acidentes, no

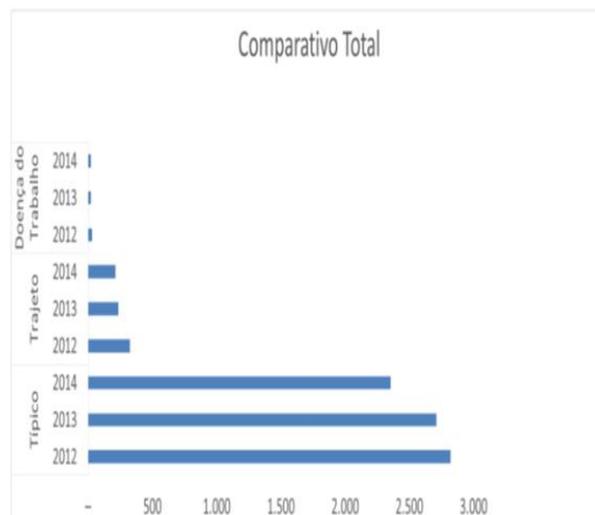
período de 2012 a 2014 em áreas rurais no Brasil.



Avaliando-se os dados, pode-se observar o número total de acidentes de trabalho entre os anos 2012, 2013 e 2014 foi de 57.898 casos no Brasil, onde os acidentes típicos foram os mais comuns correspondendo cerca de 88,8%, os de trajeto 10,4% e os de doenças do trabalho apenas 0,82%. Embora esses valores possam ser considerados altos, observa-se uma redução de 6,2% no número de acidentes típicos entre período de 2012 e 2013, e em 2014 uma queda ainda mais expressiva de 10,2% comparando o mesmo período. O acidente de trajeto reduziu de 19% a 20% entre 2012 e 2014 e os acidentes do tipo doença do trabalho de 4,5% e 26%.

Na Figura 2 é apresentado o levantamento de acidentes nas áreas rurais em Minas Gerais.

Figura 2 - Representação do número total de acidentes do trabalho típicos, registrados por CAT, no período de 2012 a 2014 em áreas rurais e Minas Gerais.



Observou-se que o estado de Minas estado Minas Gerais é responsável por 15% do número total de acidentes no país, cerca de 8.733 acidentes de trabalho ocorreram entre 2012 e 2014, sendo que os acidentes do tipo típico representa mais de 90% do número total de acidentes no estado, ou seja no desempenho das atividades profissionais, conforme observado também por Teixeira et al (2003) nos levantamentos de acidentes em áreas rurais no interior de São Paulo, com 47,2 acidentes por dia. Os menores índices de

doenças foram observados para a doença do trabalho representando 9% do total.

Segundo a Classificação Nacional de Atividade Econômica – CNAE, para os acidentes-tipo, os acidentes estão associados a empresas relacionadas à agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal.

Ao se comparar os dados brasileiros com os de Minas Gerais observou-se um comportamento semelhante, com os menores índices relacionados aos riscos ocupacionais e os maiores para os acidentes do tipo típico, porém com diferentes porcentagens de doenças relacionadas ao trabalho e de trajeto, sendo maiores para Minas Gerais.

Contudo os dados apresentados são otimistas levando em consideração essa redução constante nos números de acidentes últimos nos anos. Uma das possíveis causas para tal redução pode ser devido a modernização do sistema de produção agrícola, que se mecanizou e ou automatizou muitos processos que conseqüentemente reduziu a exposição ou contato com os fatores de riscos existentes nos locais de trabalho.

As legislações vigentes que se tornaram mais exigentes como a Norma regulamentadora NR 31 Segurança e Saúde

no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura.

## CONCLUSÕES

Ao se comparar os dados brasileiros com os de Minas Gerais comportamento semelhante foi observado, com maiores valores para acidentes típicos e menores quantidade de acidentes de doenças do trabalho, porém com diferentes porcentagens de doenças relacionadas ao trabalho e de trajeto, sendo maiores para Minas Gerais.

No Brasil foram contabilizados 57.898, sendo que Minas Gerais é responsável por 15% do número total de acidentes no país, cerca de 8.733 acidentes de trabalho ocorreram entre 2012 e 2014, sendo que os acidentes do tipo típico representa mais de 90% do número total de acidentes no estado.

## REFERÊNCIAS

**BRASIL. Ministério Da Previdência Social. Anuário Estatístico da Previdência Social, 2016.** Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/2016/03/estatistica-anuarioestatistico-da-previdencia-social-2014-ja-esta-disponivel-para-consulta/>>. Acesso em: 20 de março de 2017



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Renda das regiões produtoras agrícolas cresce o dobro da média do país, 2016.**

Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/noticias/renda-das-regioes-produtoras-agricolas-cresce-o-dobro-da-media-do-pais>> Acesso em: 20 de março de 2017

COGBILL, T. H.; STEENLAGE, E. S.; LANDERCASPER, J. & STRUTT, P. J., 1991. Death and disability from agricultural injuries in Wisconsin: A 12-year experience with 739 patients. **Journal of Trauma**, v.31 p.1632-1637

FEHLBERG, M. F.; SANTOS, I; TOMASI, E. Prevalência e fatores associados a acidentes de trabalho em zona

rural. **Revista Saúde Pública**; v.35, n.3. p. 269-75, 2001.

RODRIGUES, V. L. G. S., SILVA, J. G. Acidentes de trabalho e modernização da agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 14, n. 56. p. 28-39. 1986

TEIXEIRA, M. L. P; FREITAS, R. M. V. **Acidentes do trabalho rural no interior paulista.**

VIEIRA, H. R.; MOTA, C. C. S.; FONTAN, L. T.; BERNINI, G. & MACHADO, M., 1983. Contribuição ao conhecimento dos acidentes do trabalho rural no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 11: p. 50-66

### **Urbanização do Município do Rio de Janeiro numa Visão Crítica Destacando Enchentes e Inundações**

MARIZA REIS ALMEIDA  
FELIPE SOUZA DE MEDEIROS

#### **Resumo**

A construção deste estudo se dá com o propósito de buscar na revisão bibliográfica, a argumentação para compreender as causas das sucessivas inundações sofridas ao longo da história na cidade do Rio de Janeiro. Ao localizar a história do processo de urbanização destaca-se a relação do tipo de solo, a hidrografia, as chuvas e as transformações realizadas. Traçamos como objetivo geral levantar dados do processo de urbanização da cidade do Rio de Janeiro como fator de interferência no ecossistema, resultando em sucessivas inundações ao longo do texto encontramos as soluções para que a prioridade econômica contemplado fazendo a cidade concentrar no entorno da Baía de Guanabara ficando o comércio com as embarcações que aqui chegavam. A vida da cidade com as instalações das moradias, o transporte de pessoas e mercadorias faz surgir a pavimentação, outro fator que põe mudanças no solo, impedindo a permeabilidade dando também possibilidades de inundações. Este fenômeno irá apresentar suas consequências na vida da população de acordo com a perspectiva observando que pode ser social ou governamental na proposta de encontrar caminhos situamos a intervenção no sentido do uso dos vazios urbanos a educação ambiental.

**Palavras chave:** Urbanização; Zoneamento; Meio Ambiente; Inundações; Rio de Janeiro

#### ***Abstract***

The construction of this study is done with the purpose of searching in the bibliographic review, the argumentation to understand the causes of successive floods suffered throughout history in the city of Rio de Janeiro. When locating the history of the process of urbanization stands out the relation of the type of soil, the hydrography, the rains and the realized transformations. We draw as a general objective to collect data of the urbanization process of the city of Rio de Janeiro as a factor of interference in the ecosystem, resulting in successive floods throughout the text we find the solutions so that the economic priority contemplated making the city concentrate in the surroundings of the Bay of Guanabara leaving the commerce with the boats that arrived here. The life of the city with the installations of the dwellings, the transport of people and goods gives rise to the paving, another factor that puts changes in the soil, preventing the permeability also giving possibilities of flooding. This phenomenon will present its consequences in the life of the population according to the

perspective noting that it may be social or governmental in the proposal to find ways we place the intervention towards the use of urban voids to environmental education.

**Keywords:** Urbanization; Zoning; Environment; Floods; Rio de Janeiro

## INTRODUÇÃO

Ao pensar o contexto de formação das cidades, podemos nos reportar na movimentação de pessoas que vieram de outros lugares. Esta situação pode ser da por diferentes causas e em busca de um refugio onde se possa viver seus objetivos dando sentido a sua vida. O meio ambiente entendido como o espaço que pode oferecer as condições materiais necessária para existência e permanência de vida incluindo a vida humana com suas necessidades básicas para convivência social pautada num crescimento econômico que hoje se faz importante ir para além, incluindo nesta ação um pensar e viver com ênfase na sustentabilidade caminhando neste roteiro tomamos como ponto de partida a formação da cidade do Rio de Janeiro que se da num momento cuja as construções são realizadas mediando uma arquitetura importada recheada de conceitos para um território europeu, desconhecendo a realidade brasileira tropical mediante a este cenário particularmente desconhecido e pensamentos preponderantemente econômico. No entanto quando fazemos memoria na colonização brasileira vamos encontrar no pensamento de Freire (2017, p 66):

predatória, à base da exploração econômica do grande domínio, em que o “poder do senhor” se alongava “das terras às gentes também” e do trabalho escravo inicialmente do nativo e posteriormente do africano, não teria criado condições necessárias ao desenvolvimento de uma mentalidade permeável, flexível, característica do clima cultural democrático, no homem brasileiro

Assim sendo, surge os aterros com o proposito de instalar a cidade com suas construções para as diversas funções e instalações das pessoas que vão compor a cidade e viver segundo seus costumes, tradições e historias formando as estruturas de organização politica, social e econômica, determinada por um pensamento sem prioridade do desenvolvimento local, visto que o colonizador determinava o que fazer seguindo suas necessidades.

Neste sentido, temos objetivos neste estudo a fazer correlação entre os processos de aterramentos realizada em diversos espaços e com tantos incidentes como de grande interferência nas situações de enchentes e inundações nos diferentes bairros onde este fenômeno se da com grande permanência do mesmo tempo pretendemos apresentar proposta de como agir junto as pessoas que sofrem

te o Brasil nasceu e cresceu dentro de condições negativas às experiências democráticas. O sentido marcante de nossa colonização, fortemente

principalmente no que se relaciona as suas moradias.

### **O Processo de Urbanização no Rio de Janeiro e as Enchentes Urbanas ao Longo da História.**

Desde a implantação da cidade do Rio de Janeiro, que as chuvas de grande volume fazem parte da rotina dos cariocas e, somada a isso, o desordenamento na construção, ocupação e desenvolvimento da cidade, tornando assim assíduas as grandes enchentes. Os fatores para tais condições naturais e antrópicas são diversos, o que favorecem assim as enchentes na cidade. A geografia da cidade em planícies costeiras e entre os maciços costeiros, estabelece ainda mais a ação de chuvas intensas, de forte efeito na cidade e, por outro lado, o aparecimento de inundações devido às fortes declividades do terreno que derivam em escoamentos rápidos, com baixos tempos de absorção.

A baixa permeabilidade do solo, resultado de um solo com camadas pouco consistentes, composto por argila sobre minerais espessos, composto também de áreas com minerais espessos notórios, e de áreas impermeabilizadas pela pavimentação da malha urbana, também contribui para a concepção dos grandes picos de vazão, produzindo um imenso volume de inundações nas áreas com baixa altitude.

Procurando entender a metodologia de desenvolvimento geomorfológica da cidade do Rio de Janeiro, Ruellan (1953) aponta o cenário que abrigou os portugueses no século XVI: extensos vales de “se perder de vista” e planícies de concepção recente, mal consolidadas, nas quais ganhavam destaque os alinhamentos e morros isolados. Portanto, até a metrópole nacional do século XXI, uma

série de alterações fisiográficas tiveram lugar no espaço urbano inicial, as quais modificaram de forma densa as características originais do ecossistema regional.

Relatórios elaborados a partir de enchentes urbanas relevantes data de 1811, onde João Manoel da Silva no qual contava a D. João VI as causas do episódio “Águas do monte”: a topografia da cidade possui protrusões abruptas de aclives e declives - de encostas aladeiradas para planícies ao nível do mar, o que contribui para a fluidez rápida pelas vertentes e para o seu represamento do mesmo modo rápido na planície. Abreu (1987) aponta que o único sistema de drenagem existente era arriscado, pois as valas tinham pouco escoamento, já que estavam igualmente ao nível do mar. Assim, sua principal função de drenar as águas pluviais não era consentida, principalmente quando havia chuvas mais intensas. O estudo de caso também apontava a sociedade como responsável pelos acontecimentos, visto que as valas estavam repletas de lixo. Aliás, a responsabilização da sociedade pelas inundações urbanas, por diversos motivos, está presente em diversos relatórios que se sobrepuseram, até os dias atuais (BRANDÃO, 1997).

Com relação às origens da natureza antrópica, pode-se citar a ocupação das baixadas e vargens, que ocorreu em uma grande quantidade de intervenções concentradas em faixas estreitas, como sistema viário, ferroviário e equipamentos urbanos, além da impermeabilização do solo por pavimentação. Adicione a isto o fato de que a expansão urbana ocorreu, especialmente, pela construção de aterros sobre as águas dos mares, também nas áreas de manguezais e pela ocupação das encostas dos morros, tais ocupações implicaram em obras de correção e ampliação dos canais em trechos com declividades muito baixas. Em geral, as

obras de canalização resultaram na concentração das chuvas em um único local, agravando a ocorrência de enchentes urbanas. A ocupação dos morros, por sua vez, gerou um grande aumento na formação de sedimentos, com a consequente redução da capacidade dos canais e seu assoreamento (FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS, 2011).

A modificação foi tão intensa, a custos tão altos, que mediante a isso vem a discussão sobre a viabilidade ou não da implantação e desenvolvimento da cidade do Rio de Janeiro neste local. Abreu (1987) afirma que a posição estratégica da cidade, na entrada da Baía de Guanabara, foi fundamental na decisão portuguesa de fundar a cidade. Entretanto, o local se mostrava problemático, pelos morros serem muito íngremes, formando imensos paredões de entre a encosta e a baixada situada ao nível do mar, e pela grande quantidade de brejos, pântanos e lagoas. Lamego (1964) descreve a intensa luta da cidade e de seus habitantes contra o brejo, o mar e a montanha, no processo de crescimento urbano. Com a carência de um solo um pouco mais enxuto para expansão urbana, nos primeiros séculos as planícies e as lagoas iam sendo alteradas sem técnicas saneadoras: colocava-se simplesmente, o aterro por cima. De acordo com Lamego (1964,p. 163), praticamente toda a planície onde se localizava o centro da cidade, do Cais do Porto à Praça Paris e desde a Rua Primeiro de Março ao Campo de Santana, se assenta “sobre uma esponja de velhos paludes aterrados”.

E por consequência disso, o volume de água que descia diretamente para a Baía de Guanabara sofreu um aumento, já que diminuíram as áreas de retenção e de evaporação dos terrenos alagados e já que a área coberta por impermeabilização aumentava ainda mais. Não se pode esquecer que houve a construção de

inúmeras valas, que contribuíram para o enxugamento do solo e que, até o final do século XIX, foram a única rede de drenagem urbana da cidade.

Mesmo após vencer o embate contra os mangues e pântanos, Ainda faltava no Rio de Janeiro um local apropriado para a expansão da cidade, principalmente ao final do século XIX, quando se deu acelerado crescimento populacional. Diversos aterros foram realizados, em uma modificação constante do litoral carioca – fazendo assim durgir o bairro da Urca, o Parque do Flamengo e a região portuária. O antigo Saco de São Diogo que alcançava de São Cristóvão até o Santo Cristo, incluindo o Bairro da Praça da Bandeira, que se reduz hoje ao Canal do Mangue, cujas obras terminaram em 1857.

As modificações permaneceram com as desembocaduras dos rios Maracanã, Trapicheiros, Joana e Comprido recuaram, já que originalmente se localizavam nas proximidades da atual Praça da Bandeira, em função da construção de um canal de drenagem na Avenida Francisco Bicalho, além disso, as obras do porto avançaram a tal ponto sobre a Baía de Guanabara que já era possível observar várias ilhas afastadas da costa que antes não eram vistas (BACKHEUSER, 1946).

Os aterros trouxeram mudanças no que diz respeito ao escoamento das águas dos rios. Com essa expansão, houve o alongamento do percurso das águas e a diminuição da declividade, que antes já era considerada bastante fraca (RUELLAN, 1953). Com uma distância maior a percorrer, a velocidade das águas se reduz mais ainda, pois a mesma já sofria considerável diminuição em função da intensa ruptura de declive entre as íngremes encostas do Maciço da Tijuca e a planície. Isso acabou agravando o problema do escoamento pela microdrenagem, pois com a diminuição da velocidade do fluxo e da competência do canal, ocorre um maior acúmulo de



# O Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

sedimentos, o que ocasionava geralmente o entupimento dos ralos e das caixas de retenção, reduzindo a capacidade de escoamento das galerias pluviais (AMARANTE, 1960). Ou seja, a cidade do Rio de Janeiro, em seu crescimento, ocupou áreas mal aterradas, mal niveladas, e com baixa altitude, o que ocasionou posteriormente, nas áreas mais afetadas pelas inundações.

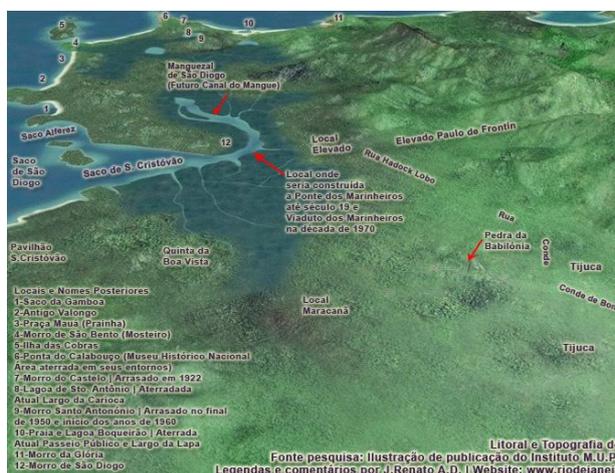
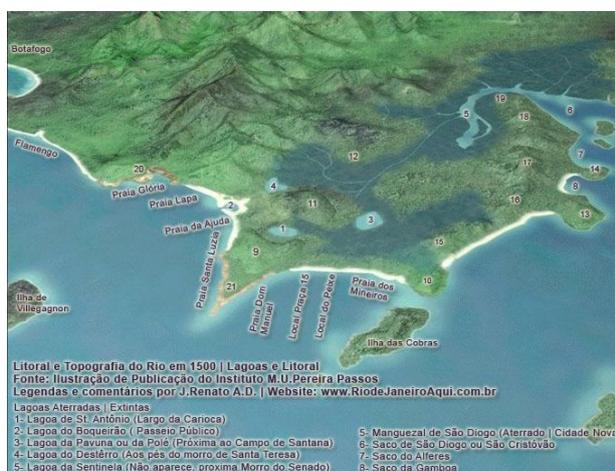


Figura 1 e 2: Mapa de Aterros

Em paralelo com às conquistas de faixas de terra e mar, houve o ataque à montanha, que foi dado de duas formas: por meio do desmonte e pela ocupação das encostas. O desmonte, apesar de ter uma justificativa saneadora, vai auxiliar na verdade no ganho de espaço de duas

maneiras: pela área resultante da destruição dos morros (houve o predomínio do desmonte dos morros do centro da cidade) e pelos aterros que serão feitos com o material que resultou da destruição dos morros. A ocupação das encostas se dará em primeiro lugar, pelas culturas da cana-de-açúcar e do café com a devastação da floresta nativa. Por volta de 1870, foi iniciado o reflorestamento do Maciço da Tijuca, para repor as áreas que haviam sido devastadas, porém, no decorrer do século XX reiniciou-se o desmatamento e a ocupação das encostas, por meio de habitações. Apesar do predomínio das favelas com a população de baixa renda, também houve a ocupação das classes mais altas se firmando nas encostas com suas luxuosas residências, e com uma vista privilegiada, principalmente em bairros de Zona Sul e na Grande Tijuca, no Alto da Boa Vista.

Não se pode deixar de considerar que a cidade do Rio de Janeiro teve um crescimento lento, no que diz respeito ao espaço demográfico até o século XIX. Pois se for comparado com o espaço urbano atual, era uma cidade pequena, e assim, os temporais atingiam com facilidade a totalidade da área urbana. Brandão (1997) afirma que em pelo menos metade dos anos no decorrer do século XX, são encontrados diversos registros de intensas chuvas na cidade, que resultaram em inundações de grandes proporções e além disso, aponta que as enchentes tiveram um aumento sua frequência a partir dos anos 1960. As áreas onde há ocorrência de episódios pluviais de maior intensidade, são as mesmas onde se encontram as maiores taxas de ocupação urbana, podendo ser observado que, as densidades demográficas mais elevadas são onde existem maior concentração de favelas e loteamentos irregulares, e tendo como consequência lógica, que são áreas

com maior risco de deslizamento e de inundações.

A partir de 1940, o Rio de Janeiro acabou fazendo parte de um quadro alarmante, onde ocupada uma das cidades com um dos maiores problemas ambientais. Com o aumento do valor do solo urbano, o crescimento vertical da cidade sofreu grande incentivo e o processo de favelização se fortaleceu, o que gerou inúmeras e sucessivas crises nos setores de transportes e de habitação.

Os constantes aterros feitos no decorrer dos anos, canalização dos rios, a substituição das florestas por mansões, favelas, arruamentos, entre outras obras do processo de urbanização, trouxe alterações negativas na geração de escoamento superficial e subsuperficial, modificando profundamente a infiltração e o deflúvio, ocasionando um aumento no acúmulo total da precipitação útil. Além disso, os próprios sistemas de águas pluviais e de esgotos contribuem para uma maior rapidez e tamanho das vazões de pico, já que muitas galerias pluviais e de esgotos têm como destino os canais principais dos rios cariocas

### **As Enchentes na Perspectiva Social**

As inundações podem ser consideradas uns dos grandes desastres naturais mais comuns em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, representando aproximadamente 40% do total de desastres naturais ocorridos em todo o mundo. São consideradas, portanto, um importante problema de saúde pública. Há uma tendência de que aumente o número de pessoas expostas e afetadas por estes eventos nos próximos anos no mundo. Porém, embora as inundações façam parte de um problema global, dados da Estratégia Internacional de Redução de Desastres revelam que 96% da população exposta a estes eventos no mundo e 95%

dos óbitos registrados no ano de 2009 encontram-se concentrados nos países com renda per capita menor do que 3.705 dólares por ano.

Diversas causas podem ser associadas à ocorrência de inundações, porém, as principais seriam: as mudanças climáticas, o aquecimento global, chuvas intensas e localizadas, intensificação da agricultura, descarte inadequado de lixo, construção de barragens e hidrelétricas, desmatamento e por fim erosão do solo.

As inundações podem acarretar drásticas consequências ambientais tais como: contaminação biológica e/ ou química da água para o consumo humano, além dos alimentos, também na alteração nos ciclos dos vetores, hospedeiros e reservatórios de doenças e nas formas de exposições ambientais dos humanos; consequências sobre a infraestrutura, serviços e economia local: interrupção do atendimento de saúde, efeitos sobre a agricultura e pecuária atingindo a produção e qualidade dos alimentos; consequências sobre a saúde humana: diarreias, gastroenterites, cólera, febre tifoide, leptospirose, desnutrição, transtornos mentais, conjuntivites, pressão arterial alta, dermatites e erupções cutâneas, infecções pulmonares, asma, infecções renais, quedas, afogamentos, choques elétricos, traumas, entre outros.

Quando se fala em danos humanos, pode-se dizer que aproximadamente 28.600 pessoas foram afetadas por inundações no Brasil e 1.100 morreram vítimas do evento no período de 1991 a 2010. Entre os afetados, estão incluídos aqueles que foram vítimas fatais de inundações, desaparecidos ou desabrigados.

As grandes inundações são comuns e recorrente no Estado do Rio de Janeiro, particularmente em função do volume de chuvas de verão. Entretanto, a ação humana, a morfologia e as características regionais podem influenciar na extensão e

intensidade do evento. Foram registradas 262 ocorrências de inundações no estado do Rio de Janeiro no período de 1991 a 2010. Quase todos os municípios do Estado (83%) foram atingidos por esse tipo de desastre, totalizando 76 municípios. Os municípios mais afetados, com recorrências entre 9-10 registros, foram: Angra dos Reis e Barra do Piraí, localizados na Mesorregião Sul Fluminense; Campos de Goytacazes e Macaé, no Norte Fluminense; Bom Jesus de Itabapoana, no Noroeste Fluminense; e Belford Roxo, na Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro.

É certo que desastres naturais podem ocorrer em qualquer continente ou país do mundo, no entanto, existem regiões que são mais afetadas que as outras, devido à magnitude e à frequência dos fenômenos e da vulnerabilidade do sistema social. Dados sobre desastres naturais no mundo revelam um maior impacto dos mesmos nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Contudo, a gravidade deste impacto dependerá das condições de vulnerabilidade da comunidade ou sociedade atingida.

### As Enchentes na Perspectiva Governamental

Em sociedades democráticas modernas a formulação de políticas públicas tende a assumir a forma de processos de negociação que colocam em uma mesma mesa o Poder Público, as comunidades e os agentes econômicos (Dowbor, 2009); Aplicado à formulação de políticas de adaptação às mudanças climáticas, esse modelo de gestão englobará temáticas distintas (saúde, educação, desenvolvimento urbano e industrial, transporte, habitação, saneamento etc.), assim como escalas espaciais (local, microrregional e macrorregional) e

temporais (curto, médio e longo prazo) de ação.

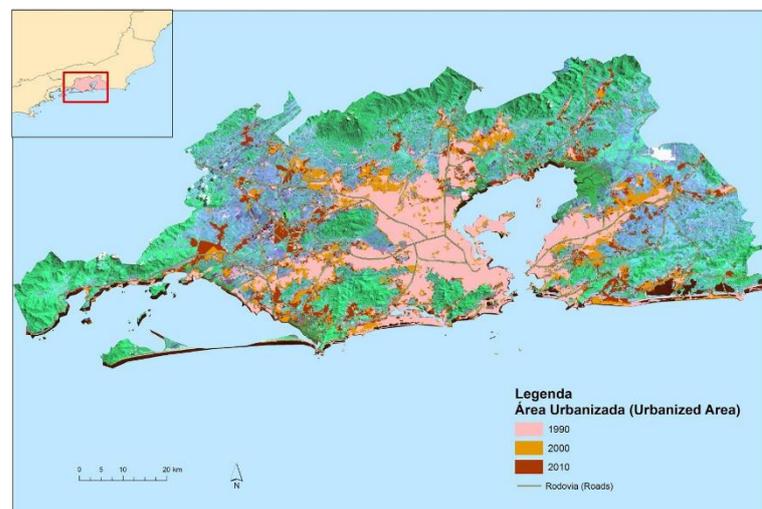


Figura 3: Expansão da Área Urbanizada - 1990 – 2010 (Geo Rio, 2017)

A adaptação aos efeitos das mudanças climáticas ou, mais especificamente, aos impactos da elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos, assim como às sinergias entre eles, exigirá ações integradas e coordenadas envolvendo diferentes escalas e temas. Elas contemplarão ações no âmbito metropolitano, das bacias hidrográficas e dos territórios dos municípios costeiros, até alcançar a escala de áreas específicas (encostas, lagoas, manguezais etc.) identificadas, por exemplo, segundo critérios de vulnerabilidade (INPE, 2011).

Como todo grande aglomerado urbano, comporta elementos (relevo, cobertura vegetal, infraestruturas, atividades produtivas etc.), fluxos (de pessoas, veículos, cargas, serviços etc.) e vulnerabilidades (propensão a deslizamentos de encostas, disponibilidade/qualidade das águas e riscos associados a complexos industriais etc.) que se combinam de forma diferente conforme a parcela do espaço metropolitano que se analise. Lidar com

essas combinações obrigará muitas vezes a trabalhar “por sobre” os limites político-administrativos dos municípios. Em outros momentos haverá necessidades específicas que levarão a trabalhar sobre aquilo que é peculiar a cada município (ou suas “partes”), assim como também setores ou grupamentos destes que apresentem condições semelhantes (ou homogêneas). Ao longo de todas essas possibilidades e em ambos os extremos, haverá uma permanente demanda por ações integradas e coordenadas, seja a nível inter ou intra-municipal (Kornin & Moura, 2004; Gusmão, 2009).

Os planos diretores municipais apresentam predominantemente visões intramuros com claras ênfases localistas, setoriais e de curto prazo. Cada território do município do Rio de Janeiro é tratado de forma separada, como se pudesse ser considerado como caso diferente e isolado. Desconsidera-se tanto a necessidade como a oportunidade de projetar cenários futuros a partir de um foco mais estratégico, tanto no que se refere às dimensões espacial (diálogo entre o local e o regional) e temporal (diálogo entre o curto e o médio/longo prazo), assim como na perspectiva das várias temáticas envolvidas, tais como: saúde, habitação, segurança e meio ambiente (Vargas & Freitas, 2009).

Levando em consideração as condições gerais atuais e admitindo-se que os municípios recebam atenções diferentes de efeitos/impactos associados às mudanças climáticas e tendem reagir a estas de forma isolada, é aceitável a hipótese de que eles tenderão a ter essas reações condicionadas por suas respectivas capacidades de resposta.

A gestão ambiental no âmbito do urbanismo é falha por ainda não apresentar uma maior cooperação e coordenação entre os agentes que compõem os governos locais, especialmente entre os

“reguladores” (que exercem o poder de polícia tais como as agências que tratam dos temas de urbanismo e meio ambiente) e os “empreendedores” (que realizam intervenções concretas como obras, habitação, transporte etc.), setores estes que estarão envolvidos diretamente com as medidas de adaptação às mudanças climáticas em qualquer metrópole (Hunt & Watkiss, 2011). O ligeiro distanciamento entre organizações que tratam, por um lado, do “ambiente” (natural e construído) e, por outro, da implantação/ampliação da “infraestrutura urbana” acaba criando um clima que conspira contra a ideia de que os diversos elementos da cidade (sejam físicos, bióticos ou sócio-econômico-culturais) compõem claramente um mesmo objeto de gestão e intervenção. Como consequência disso, agravam-se, dentre outros problemas, o desperdício dos recursos, as injustiças e a vulnerabilidades, assim como as perdas de produtividade econômica da cidade-metrópole (Kern & Alber, 2008).

### **Uma solução: Ocupação de Vazios Urbanos**

Um caso bastante significativo dentro do urbanístico contemporâneo é o vazio urbano, que vem sofrendo grandes alterações em seu entendimento no decorrer do processo de crescimento e expansão das cidades brasileiras. É possível observar que na década de 1970, com o agravamento das questões urbanas, os vazios urbano deixaram de significar espaços verdes ou áreas livres para confortar um possível crescimento e expansão das cidades, para se tornar diretamente uma associação ao processo de esvaziamento – adquirindo no seu entendimento dimensões econômicas e sociais, unidas ao sentimento de espaço sem ocupação.

Ao serem entendidos como terrenos ineficientes economicamente, socialmente

injustos e incompatíveis com as necessidades de terra para atender às demandas sociais (Furtado e Oliveira, 2002), os vazios urbanos logo passaram a ser tratados como um grande problema, resultado das transformações sofridas e as produzidas pelas e nas próprias cidades, trazendo então para a gestão pública a reversão da situação instalada.

Com isso, a especulação imobiliária surge como grande sacada articuladora dessa problemática, obtendo, no campo legislativo, respaldo constitucional com o capítulo de política urbana da Constituição Federal de 1988, através dos Arts. 182 e 183. Ao reconhecer como um problema de âmbito coletivo a presença de lotes vagos, subutilizados ou até mesmo esvaziados nas áreas infra-estruturadas, as cidades foram definidos instrumentos que permitissem reverter esta situação e contribuíssem para um maior controle do poder público em cima da produção do espaço urbano.

No intuito de promover a reativação desses lotes e construções vacantes, entendidos dentro de um contexto urbano de transformações permanentes, houve o interesse de também colaborar para a minimização das desigualdades sociais e espaciais, e para a construção de uma nova sociedade urbana. Entretanto, tal prática da inserção e operação desses instrumentos se mostrou bem mais frágil que o esperado, tendo sido a maior barreira constatando assim uma ausência de regulamentação dos preceitos constitucionais.

Depois de alguns anos, a Lei nº 10.257 – Estatuto da Cidade (2001) veio certificar o entendimento do solo urbano como bem coletivo e dar prioridade a função social da propriedade em detrimento do exercício privado. Foi então estabelecido um novo marco regulatório, com maior diversidade de instrumentos capazes de tornar mais dinâmico o uso social das funções do território urbano, dando assim ao poder público municipal

maior direcionamento das ações de indução e regulação das transformações espaciais, através do instrumento chave do Plano Diretor Municipal.

Entretanto, apesar desses avanços jurídicos e legislativos, a questão dos vazios urbanos, embora tenha sido incluída de modo a esvaziar os argumentos da ausência de regulamentação, permaneceu sendo abordada da mesma forma, reproduzindo as definições e classificações expostas na Constituição Federal.

Porém, o que se pode observar na realidade é que a aparente coerência do problema transforma de uma maneira generalizada uma diversidade de situações, não somente no âmbito individual, mas principalmente no âmbito coletivo e sócio-espacial, propondo medidas que se mostram incapazes de solucionar muitas das situações de vazios urbanos identificados.

Sendo assim, torna-se evidente a necessidade de políticas urbanas diferentes para lidar com os variados tipos de vazios urbanos. Observa-se também, desta maneira, que a partir do momento em que uma área ociosa começa a ser considerada como um problema social, ela precisa então necessariamente ser caracterizada dentro de um contexto específico local, para que os instrumentos propostos sejam capazes de promover a reinserção desses vazios na estrutura intra-urbana em que se encontram.

No entanto, tais proposta reconhecem o papel fundamental e a necessidade incontornável da elaboração de um Projeto de Cidade que estruture todas as iniciativas de planejamento e gestão urbana, tendo como respaldo, a leitura da cidade desenvolvida como alicerce na escolha do instrumental urbanístico, diversificado e específico para cada área de planejamento. Trata-se de passo incondicional para tornar viável o planejamento da cidade como um todo, partindo da leitura e do

reconhecimento de suas partes, tão distintas e com tantas especificidades, visando um planejamento estruturador e estratégico, e não apenas paliativo.

Tal sistematização reforça a necessidade de particularização das inúmeras situações encontradas para a promoção de ações de planejamento urbano, elaboradas e direcionadas à modificação da estrutura e da dinâmica urbana em determinadas áreas do tecido urbano – de forma consolidada ou de forma expandida. Contudo, não pretende fazer um manual rígido para a resolução de problemas urbanos como o da presença de vazios urbanos em áreas infra-estruturadas. Muito pelo contrário, espera-se o entendimento da necessidade primordial de ações conjugadas e da participação única do poder público e da iniciativa privada, na promoção de objetivos claros e definidos, dentro de um planejamento urbano estruturado (seja tradicional ou estratégico), não podendo esquecer que a cidade é configurada pelos mais diversos atores, que por sua vez, visualizam as iniciativas globais de reconhecimento e construção de uma unidade urbana menos singular e mais pluralizada.

Através desse panorama, compete entender que os vazios urbanos são parte integrante de um sistema materializado e passível de inúmeras transformações, e que por isso atuar sobre eles não significa reconstituir o que já não existe mais e nem construir o novo de maneira deslocada do que já existe. Portanto, isto é, de grande importância para a proposta de incorporação da reativação das áreas ociosas de forma flexível e articulada, e considerando inclusive as questões pertinentes à política pública desenvolvida nas cidades brasileiras, seja no âmbito federal, estadual ou municipal.

Objeto que foi caracterizado com a análise e discussão do tema, é que os vazios urbanos alcançam as dimensões

social, econômica, espacial e política, e que precisam ser entendidos não só na sua totalidade, mas também cada vazio urbano necessita ser identificado em sua particularidade, de modo a criar ações que permitam reverter o atual cenário encontrado nas grandes cidades, e em especial nas suas áreas centrais. Apesar de ser um trabalho difícil, é estritamente necessário.

## CONCLUSÕES

Considerando a localização da cidade do Rio de Janeiro e a sua influência no fenômeno das enchentes, pontuamos fatores favoráveis, independente das chuvas. Entre eles damos destaque as transformações sofridas no ecossistema local para a construção de planícies sem um planejamento prévio em que o tipo de solo fosse observado, assim como a presença de território de constituição abundante de água em a opção foi fazer aterro com material retirado dos morros. E ainda podemos destacar a utilização de valas como estratégia para resolver o fenômeno das enchentes mostra que predomina um olhar reducionista caracterizado por não pensar a produção do lixo sem uma programação para o descarte e uma tendência a parar nas valas que ira entupir e impedir a escoamento da água da chuva favorece a enchente.

Outro fator de grande importância e a pavimentação oriunda da construção de moradias, comércios e serviços, sem falar nas vias dos transportes. O crescimento urbano amplia a ocupação do solo sem que haja preocupação com as consequências do domínio humano sobre a natureza que precisa estar a seu favor. A convivência urbana e regulada pelo poder local com as regras econômicas e sociais as quais podem ser abaladas mediante os

diversos problemas gerados pelas enchentes em suas perspectivas tanto social como governamental diante do exposto que serve de base para compreensão dos fatores que ser descritos como causadores das enchentes (inundações) existentes até os dias de hoje podemos inferir a importância de uma educação ambiental que permita reconhecer a possibilidade de retomar o equilíbrio nos ecossistemas analisados.

Esta educação ambiental tenha como objetivo agir como protagonista em diferentes aspectos diante de diversos componentes e relações não só do meio ambiente como também dos seres vivos que nela habitam além de da importância a todas as formas de vida deste meio ambiente. A educação ambiental como maior abrangência e amplitude dos contextos onde se dá as ações e são promovidas de forma Inter setorial e fundamentada no desenvolvimento territorial, social e ambiental.

### REFERÊNCIAS

- (LARS), pp.110–127, Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, Ottawa, Canadá. ISBN: 0660132591.
- AMARANTE, A. P. Problemas de erosão e do escoamento das águas na cidade do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, ano XXII, n.4, p. 637-665, out-dez. 1960.
- BRANDÃO, A. M. As chuvas e a ação humana: uma infeliz coincidência. In: ROSA, L. P., LACERDA, W. A. (orgs). Tormentas Cariocas – Seminário Prevenção e controle dos efeitos dos temporais no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1997. 162p. p.21-38.
- Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres (Ceped UFSC). Volume Rio de Janeiro. In: Ceped UFSC. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais. Florianópolis: Ceped UFSC; 2011. p. 1-63.
- D. Qin, M. Manning, M. Marquis, Z. Chen, K. Averyt, M.B.Tignor & H.L. Miller (eds.), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 18 pp., Cambridge University Press, Cambridge, UK. Disponível em <https://www.ipcc-wg1.unibe.ch/publications/wg1-ar4/ar4-wg1-spm.pdf>
- Eripidou E, Murray V. Public Health impacts of floods and chemical contamination. J Public Health 2004; 26(4):376-383.
- FREIRE, P. Educação como Prática de Liberdade. 40. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2017. [L. S. E. P.]
- Freitas CM, Carvalho ML, Ximenes EF, Arraes EF, Gomes JO. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência – lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na região Serrana, Brasil. Cien Saude Colet 2012; 17(6):3689-3696.
- Freitas CM, Ximenes EF. Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. Cien Saude Colet 2012; 17(6):1601-1615.
- Fundação CEPERJ (2010) - Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro – 2010. Centro Estadual de Estatísticas Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (Fundação CEPERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em

- [http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/ent/anu\\_online.html](http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/ent/anu_online.html)
- GEO-RIO(2012)- Mapade Susceptibilidade ao Deslizamento. GEO-RIO - Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em [http://portalgeo.rio.rj.gov.br/ipp\\_viewer/?config=config/georio/escorrega.xml](http://portalgeo.rio.rj.gov.br/ipp_viewer/?config=config/georio/escorrega.xml)
- GUERRA A. J.; CUNHA, S. B. (orgs). Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 416 p.
- Gusmão, P.P. (2011). Apropriação e ordenamento territorial na zona costeira no estado do Rio de Janeiro: grandes corporações ou as políticas públicas? Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (ISSN: 1517-4115), 12(2):23-37, São Paulo, SP, Brasil.
- Gusmão, P.P., (2009) - Gestão Ambiental do Território e Capacidade de Resposta dos Governos Locais na Área Metropolitana do Rio de Janeiro. In A.M. Bicalho &
- Gusmão, P.P., Carmo, P.S.; Vianna, S.B. (org.) (2008) - Rio Próximos 100 Anos. 229p., IPP - Instituto Pereira Passos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 9788587649140.
- Heynemann, C.B. (2009) - Floresta da Tijuca: qual história? Anais do XXV Simpósio Nacional de História, ANPUH – Associação Nacional de História, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em <http://anpuh.org/anais/wp-content/uploads/mp/pdf/ANPUH.S25.0875.pdf>
- Hunt, A.; Watkiss, P. (2011) - Climate Change Impacts and Adaptation in Cities: a Review of the Literature. Climatic Change 104(1):13–49. DOI: [10.1007/s10584-010-9975-6](https://doi.org/10.1007/s10584-010-9975-6)
- Hunter, J. (2008) - Ways of Estimating Changes in Sea- Level Extremes under Conditions of Rising Sea Level. IPWEA National Conference on Climate Change Response, 8p., Coffs Harbour, Austrália. Disponível em [http://staff.acecrc.org.au/~johunter/ipwea\\_nat\\_conf\\_2008.pdf](http://staff.acecrc.org.au/~johunter/ipwea_nat_conf_2008.pdf)
- IBGE (2011) - Censo Demográfico 2010: Características da População e dos Domicílios - Resultados do Universo. (ISSN: 0104-3145). IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em [http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/default\\_caracteristicas\\_da\\_populacao.shtm](http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/default_caracteristicas_da_populacao.shtm)
- IBGE (2012) - Censo Demográfico 2010 - Nupcialidade, fecundidade e migração - Resultados da amostra. (ISSN: 0104-3145), IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em [http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/nupcialidade\\_fecundidade\\_migracao/default\\_nupcialidade\\_fecundidade\\_migracao.shtm](http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/nupcialidade_fecundidade_migracao/default_nupcialidade_fecundidade_migracao.shtm)
- INEA (2011) - Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI- RJ). INEA - Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <http://www.hidro.ufrj.br/perhi/>
- INEA (2012) - As Áreas Protegidas no Estado do Rio de Janeiro. INEA - Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/unidades/conteudo.asp>
- INPE (2011) - Vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças

- climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro. 31p., INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em [http://200.141.78.79/dlstatic/10112/2122393/DLFE-232588.pdf/mapa\\_vulnerabilidade\\_inpe\\_smac.pdf](http://200.141.78.79/dlstatic/10112/2122393/DLFE-232588.pdf/mapa_vulnerabilidade_inpe_smac.pdf)
- Instituto Pereira Passos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>
- Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. (1989) - *fte flood pulse concept in river-floodplain systems*. In D. P. Dodge (org.), *Proceedings of the International Large River Symposium*
- IPCC (2007) - *Summary for Policymakers*. In: S.Solomon,
- IPP (2012). *Estatísticas Municipais do Rio de Janeiro*. IPP
- Junk, W.J.; Wantzen K.M. (2004) - *fte Flood Pulse Concept: New Aspects, Approaches and Applications - an Update*. In: *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*, pp.117–149, FAO - Food and Agriculture Organization, Bangkok, Thailand. Disponível em <http://floridarivers.ifas.ufl.edu/Papers/Junk%20and%20Wantzen%20-%20FPC.pdf>
- Kern, K.; Alber, G. (2008) - *Governing Climate Change in Cities: Modes of Urban Climate Governance in Multi-Level Systems*. In: *Competitive Cities and Climate Change*, pp.171-196, Milano, Itália. Disponível em <https://www1.oecd.org/gov/regional-policy/50594939.pdf#page=172>.
- Klink, J.J. (2009) - *Novas Governanças Para as Áreas Metropolitanas. O Panorama Internacional e as Perspectivas Para o Caso Brasileiro*. *Cadernos Metrôpole* (ISSN: 1517-2422) 22:415–433, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em [http://www.cadernosmetropole.net/download/cm\\_artigos/cm22\\_165.pdf](http://www.cadernosmetropole.net/download/cm_artigos/cm22_165.pdf)
- Kornin, T.; Moura, R. (2004) - *Metropolização e Governança Urbana: Relações Transescalares Em Oposição a Práticas Municipalistas*. *GEOUSP - Espaço e Tempo* (ISSN 2179- 0892), 16:17–30, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em <http://citrus.uspnet.usp.br/geousp/ojs-2.2.4/index.php/geousp/article/view/400/224>
- Lignani, L.; Fragelli, C.; Vida, A.L. (2011) - *Unidades de Conservação da Cidade do Rio de Janeiro: serviços ambientais, benefícios econômicos e valores intangíveis*. *Revista Tecnologia & Cultura* (ISSN 1414-8498), 19(13):17-28, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <http://revistas.cefet-rj.br/index.php/revistaecultura/article/view/36/47>
- Mandarino, F.C.; Arueira, L.R. (2012) - *Vulnerabilidade à Elevação do Nível Médio do Mar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. *Coleção Estudos Cariocas* (ISSN: 1984- 7203), N° 20120702, Instituto Pereira Passos (IPP), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em [http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download%5C3207\\_Vulnerabilidadeaelevacaodonivelmediodomarna\\_RMRJ.pdf](http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download%5C3207_Vulnerabilidadeaelevacaodonivelmediodomarna_RMRJ.pdf)
- Mansourian, S.; Belokurov, A.; Stephenson, P.J. (2009) - *fte Role of Forest Protected Areas in Adaptation to Climate Change*. *Unasylva* (ISSN: 0441-6436), 60(231/232):63–69, Roma, Itália. Disponível em <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0670e>



# Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

- Mapa de Aterro - disponível em : <https://www.riodejaneiroaquui.com/pt/antigas-lagoas.html> acesso em 26/05/2019
- Mapa de Aterro - disponível em : <http://revistaparanaense/article/view/174/150>
- Marques, M.; Costa, M.F.; Mayorga, M.I.; Pinheiro, P.R.C. (2004) - Water Environments: Anthropogenic Pressures and Ecosystem Changes in the Atlantic Drainage Basins of Brazil. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 33(1):68–77. DOI: [10.1579/0044-7447-33.1.68](https://doi.org/10.1579/0044-7447-33.1.68).
- Mcgranahan, G.; Balk, D.; Anderson, B. (2007) - *fte rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones*. In *Environment and Urbanization*, 19(1):17-37. DOI: [10.1177/0956247807076960](https://doi.org/10.1177/0956247807076960)
- Medellin, Colombia. Disponível em <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v12nspe24/v12nspe24a8.pdf>
- MMA (1996) - *Macrodiagnóstico da Zona Costeira na Escala da União*. 280p., MMA - Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil.
- Moura, R.; Delgado, P.R.; Deschamps, M.V.; Cardoso,
- Muehe, D.; Neves, C.F.; Fialho, G.O.M. (1991) - *Coastal Management and Sea Level Rise in Recife*. Brazil. *Coastal Zone '91: Proceedings of the Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management*, pp.2801-2815, American Society of Civil Engineers, New York, NY, USA. ISBN: 9780872628090
- N.A. (2003) - *Brasil Metropolitano: Uma Configuração Heterogênea*. *Revista Paranaense de Desenvolvimento* (ISSN: 2236-5567), 105:33-56. Curitiba, PR, Brasil. Disponível em <http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/174/150>
- Nacaratti, M.A. (2008) - *Os Cenários de Mudanças Climáticas como Novo Condicionante para a Gestão Urbana: as Perspectivas para a População da Cidade do Rio de Janeiro*. *Anais do XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu, MG, Brasil*. Disponível em [http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2008/docsPDF/ABEP2008\\_1024.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2008/docsPDF/ABEP2008_1024.pdf)
- Neves, C.F.; Muehe, D. (2008) - *Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação a Mudanças do Clima: a Zona Costeira*. *Parcerias Estratégicas* (ISSN: 2176-9729), 13(27):217– 295, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Brasília, DF, Brasil. Disponível em <http://www.cgее.org.br/parcerias/p27.php>
- Nicolodi, J.L.; Petermann, R.M. (2010) - *Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos Ambientais, Sociais e Tecnológicos*. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 10(2):151–177. DOI: [10.5894/rgci206](https://doi.org/10.5894/rgci206)
- Oliveira, A.; Rodrigues, A.O. (2009) - *Industrialização na Periferia da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Novos Paradigmas para Velhos Problemas*. *Semestre Económico* (ISSN: 0120-6346), 12(24):127–143,
- P.C.C. Gomes (org.), *Questões Metodológicas e Novas Temáticas na Pesquisa Geográfica*, pp.163-184, Publit, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 9788577732753
- Pfeffer, W.T.; Harper, J.T.; O’Neel, S. (2008) - *Kinematic Constraints on Glacier Contributions to 21st-Century Sea-Level Rise*. *Science*, 321(5894):1340-1343. DOI: [10.1126/science.1159099](https://doi.org/10.1126/science.1159099).
- Quay, R. (2010) - *Anticipatory Governance. A Tool for Climate Change*

Adaptation. Journal of the American Planning Association 76(4):496–511. DOI: [10.1080/01944363.2010.508428](https://doi.org/10.1080/01944363.2010.508428)

Rodrigues, A.M. (2005) - Direito à Cidade e Estatuto da Cidade. Cidades (Presidente Prudente) (ISSN: 1679- 3625), 2(3):89-110, Presidente Prudente, SP, Brasil.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO. O Projeto Favela Bairro. Disponível em: [www.rio.rj.gov.br/habitacao/.htm](http://www.rio.rj.gov.br/habitacao/.htm). Acesso em: 17 maio 2019.

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS. O Projeto Rio Cidade. Disponível em: [www.rio.rj.gov.br/smo](http://www.rio.rj.gov.br/smo). Acesso em: 18 maio 2019.

Silva, G.C. (2006) - Conflitos Socioambientais e Ocupação Urbana no Rio de Janeiro. Cadernos Metrópole (ISSN: 1517-2422), 16:163–186, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em <http://www.cadernosmetropole.net/component/content/article/31/50-90>

Soares, M.L.G. (2008) - Formações de Manguezais. In: P.P. Gusmão, P.S. Carmo & S.B. Vianna (org.), Rio Próximos 100 Anos, pp.164–172, IPP, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 9788587649140

Torti J. Flood in Southeast Asia: A health priority. Journal of Global Health 2012; 2(2):1-6.

### Escoamento de água pelo tronco em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras, MG

CARLOS ROGÉRIO DE MELLO  
MARCELA DE CASTRO NUNES SANTOS TERRA  
JOSÉ MÁRCIO DE MELLO  
GUSTAVO ALVES PEREIRA  
JOÃO PEDRO DE COIMBRA RIBEIRO  
VANESSA ALVES MANTOVANI  
RAFAELLA TAVARES PEREIRA

#### RESUMO

A precipitação é interceptada pela cobertura vegetal, e escoo pelo tronco até atingir o solo. Essa quantidade de água varia dependendo da espécie e do tamanho da árvore. Nesse estudo, avaliou-se o escoamento pelo tronco entre as espécies arbóreas *Copaifera langsdorfii*, *Xylopia brasiliensis* e *Miconia argyrophylla* em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana no município de Lavras-MG. A área de estudo totaliza 6,3 hectares, com chuvas concentradas entre outubro e março e precipitação anual média de 1461,8 mm. As medições foram realizadas entre maio de 2018 e abril de 2019 em 10 indivíduos distribuídos na área, totalizando 62 eventos. O maior e menor DAP foram respectivamente 50,29 cm e 8,91 cm. Foram realizadas medições da área da copa em julho e março. Para os indivíduos amostrados, *Copaifera langsdorfii* e *Xylopia brasiliensis* se destacaram em relação ao escoamento pelo tronco total no período estudado. As espécies *Xylopia brasiliensis* e *Miconia argyrophylla* apresentaram porcentagens de escoamento superiores no período seco. O escoamento pelo tronco médio dos 10 indivíduos representou 0,2% da precipitação externa. Houve boa correlação entre o escoamento pelo tronco e a precipitação externa. Palavra-chave: Escoamento pelo tronco, precipitação, hidrologia florestal.

#### ABSTRACT

Precipitation is intercepted by vegetation cover and flows through the stem until it reaches the ground. This amount of water varies depending on the tree species and size. In this study, stemflow was evaluated among the *Copaifera langsdorfii*, *Xylopia brasiliensis* and *Miconia argyrophylla* tree species in a montane semideciduous forest fragment in Lavras-MG. The study area totals 6.3 hectares, with concentrated rainfall between October and March and average annual rainfall of 1461.8 mm. Measurements were performed between May 2018 and April 2019 on 10 individuals distributed in the area, totaling 62 events. The largest and smallest DBH were respectively 50.29 cm and 8.91 cm. Canopy area measurements were taken in July and March. For the sampled individuals, *Copaifera langsdorfii* and *Xylopia brasiliensis* stood out in relation to the total stemflow in the studied period. The species *Xylopia brasiliensis* and *Miconia argyrophylla* presented higher stemflow percentages in the dry period. The mean change stemflow of the 10 individuals represented 0.2% of the external precipitation. There was a good correlation between stemflow and gross precipitation.

Keywords: Stemflow, precipitation, forest hydrology

### **INTRODUÇÃO**

Em áreas vegetadas, a precipitação é interceptada pela cobertura vegetal, possibilitando que parte da água da chuva atinja o solo com menor impacto.

Esta parcela que atinge o solo é chamada de precipitação efetiva, sendo composta pelo escoamento do tronco das árvores e pela precipitação interna que atravessa o dossel (TERRA et al, 2018). Desta parcela que atinge o solo, parte infiltra e recarrega os aquíferos e parte escoo pela superfície.

Segundo Hofhansl et al. (2012), a água que escoo pelo tronco da árvore, geralmente contribui muito pouco (1%) para o volume total de água que atinge o solo, ao se comparar com a entrada de água pela precipitação interna (96%), que atravessa o dossel das árvores.

Os autores identificaram também que a quantidade de escoamento pelo tronco está diretamente ligada com a precipitação externa e com algumas características da árvore (HOFHANSL et al., 2012).

Apesar do escoamento pelo tronco contribuir pouco com o total de água que atinge o solo, é de extrema importância, pois concentra uma quantidade de água e nutrientes próximo às raízes, facilitando a

infiltração, (OLIVEIRA JUNIOR; DIAS, 2005; LEVIA; GERMER, 2015).

O objetivo deste estudo foi avaliar o escoamento pelo tronco em três diferentes espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana no município de Lavras-MG no período de maio de 2018 a abril de 2019.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo está localizada no município de Lavras, região sul do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 21°13'40''S e 44°57'50''W, com altitude de 925 m. A área possui 6,3 hectares, e é ocupada por um remanescente florestal, cuja vegetação consiste de uma floresta estacional semidecidual montana com dossel emergente (FESM) (OLIVEIRA-FILHO; CAMISÃO-NETO; VOLPATO, 1996).

Esse tipo de floresta possui folhas com deciduidade intermediária e são bem difundidas no bioma Mata Atlântica nas áreas de precipitação sazonal (SCOLFORO; CARVALHO, 2008).

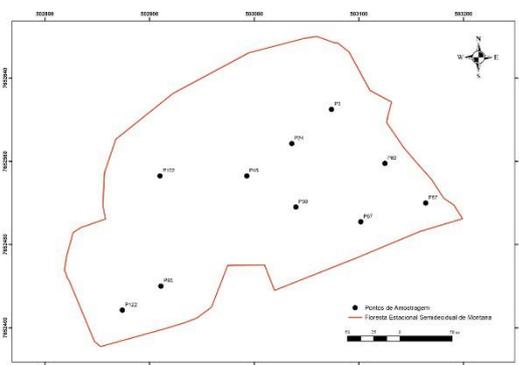
O relevo da área é levemente ondulado, o solo é homogêneo e caracterizado como latossolo vermelho distrófico com textura fina (OLIVEIRA-FILHO, CAMISÃO-NETO; VOLPATO,

1996; OLIVEIRA-FILHO, MELLO; SCOLFORO,1997).

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo subtropical (Cwa) com estações bem definidas, inverno seco e verão chuvoso e quente (ÁLVARES et al. 2014). A precipitação média anual é de 1461,8mm de acordo com as normais climatológicas para o período de 1981-2010, da estação meteorológica de Lavras, sendo que aproximadamente 85% ocorre entre outubro e março (INMET, 2018).

O estudo foi conduzido com base em 10 indivíduos de três espécies que, segundo Oliveira-Filho; Camisão-Neto; Volpato (1996) são abundantes na área de estudo: *Copaifera langsdorfii*, *Xylopia brasiliensis* e *Miconia argyrophylla*. O critério de escolha dos pontos levou em consideração o DAP das árvores e o espaçamento entre os pontos (Figura 1). Foram selecionadas árvores em três classes de DAP: menor que 20 cm, entre 20 cm e 50 cm ou maior que 50 cm.

**Figura 1:** Localização dos pontos de amostragem



Entre abril de 2018 e março de 2019 foi realizado o monitoramento da precipitação externa, e do escoamento pelo tronco em todos os eventos superiores a 5 mm. Neste sentido foi realizada a leitura manual no dia posterior ao evento de precipitação, ou após 4 horas do término do evento para que toda água interceptada pelo dossel das árvores pudesse escoar até os reservatórios de coleta.

Os coletores foram construídos com mangueiras de polietileno cortadas ao meio, os quais foram fixados no tronco das árvores em formato espiral. A estas mangueiras foram conectados recipientes coletores conforme apresentado na Figura 2.



**Figura 2:** Mangueira coletora de escoamento

Para a coleta da precipitação externa as amostras foram compostas no espaço objetivando maior representatividade mediante as possíveis heterogeneidades. Sendo assim, foram

utilizados 3 pluviômetros externos ao fragmento e para o cálculo da precipitação média incidente no fragmento foi utilizado o polígono de Thiessen.

Para o cálculo da lâmina precipitada externa, o volume coletado foi dividido pela área de captação dos pluviômetros. No caso do escoamento pelo tronco, o volume coletado foi dividido pela área da copa da árvore. Esta área foi determinada nos meses de julho de 2018 e março de 2019 e foram utilizadas para cálculo da lâmina nos períodos seco e chuvoso, respectivamente. Para a determinação da área da copa, foi utilizada metodologia descrita por Shinzato et al. (2011), por meio de projeções verticais das copas no solo, em 8 direções com ângulos de 45° a partir do centro do tronco, até a extremidade da projeção da copa

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período analisado foram realizadas medições em 62 eventos de precipitação, totalizando 1529,56 mm de precipitação externa.

A Tabela 2 apresenta a identificação do ponto (ID), a identificação da árvore, o DAP (diâmetro a 1,30m do solo), o escoamento pelo tronco (Et) total dos 62 eventos para cada indivíduo

selecionado em lâmina (mm) e em % do total precipitado.

**Tabela 02:** Escoamento total das espécies selecionadas

| ID                        | Identificação da árvore      | DAP   | Et (mm) | %    |
|---------------------------|------------------------------|-------|---------|------|
| P102                      | <i>Xylopia brasiliensis</i>  | 27,37 | 3,05    | 0,20 |
| P122                      | <i>Copaifera langsdorfii</i> | 32,15 | 2,56    | 0,17 |
| P96                       | <i>Copaifera langsdorfii</i> | 14,96 | 6,65    | 0,43 |
| P45                       | <i>Copaifera langsdorfii</i> | 31,83 | 1,77    | 0,12 |
| P30                       | <i>Miconia argyrophylla</i>  | 21,65 | 2,57    | 0,17 |
| P67                       | <i>Miconia argyrophylla</i>  | 12,1  | 2,55    | 0,17 |
| P87                       | <i>Xylopia brasiliensis</i>  | 50,29 | 2,71    | 0,18 |
| P82                       | <i>Xylopia brasiliensis</i>  | 11,46 | 2,04    | 0,13 |
| P24                       | <i>Miconia argyrophylla</i>  | 24,19 | 1,09    | 0,07 |
| P3                        | <i>Xylopia brasiliensis</i>  | 8,91  | 6,09    | 0,40 |
| Precipitação externa (mm) |                              |       | 1529.56 |      |

De acordo com a Tabela 2, no geral, os indivíduos que se destacaram no escoamento pelo tronco (Et) foram *Copaifera langsdorfii* e *Xylopia brasiliensis* com 6,65 mm e 6,09 mm respectivamente. Para esses indivíduos, o DAP foi de 14,95 cm e 8,91 cm. Provavelmente isso ocorre, pois, a chuva interceptada por árvores maiores pode estar sendo escoada pelas árvores menores.

De acordo com CNCFlora (2019), a espécie *Xylopia brasiliensis* geralmente possui a copa com um número menor de

folhas, o que pode influenciar ao maior escoamento observado.

As Tabelas 3 e 4 apresentam as médias dos escoamentos pelo tronco por classe de DAP para o período chuvoso e seco.

**Tabela 03:** Médias dos escoamentos pelo tronco para o período chuvoso (mm)

| Espécie           | <i>Xylopi<br/>brasiliensis</i><br>Et (mm) | <i>Copaifera<br/>langsdorfii</i><br>Et(mm) | <i>Miconia<br/>argyrophylla</i><br>Et( mm) |
|-------------------|---|--|--|
| DAP <20           | 3,33                                      | 5,57                                       | 1,98                                       |
| DAP entre 20 e 50 | 2,61                                      | 1,94                                       | 1,52                                       |
| DAP > 50          | 2,38                                      | 0,00                                       | 0,00                                       |

**Tabela 04:** Médias dos escoamentos pelo tronco em relação às espécies para o período seco (mm)

| Espécie           | <i>Xylopi<br/>brasiliensis</i><br>Et (mm) | <i>Copaifera<br/>langsdorfii</i><br>Et (mm) | <i>Miconia<br/>argyrophylla</i><br>Et (mm) |
|-------------------|---|---|--|
| DAP <20           | 0,73                                      | 1,08  | 0,57                                       |
| DAP entre 20 e 50 | 0,44                                      | 0,23  | 0,32                                       |
| DAP > 50          | 0,33                                      | 0,00  | 0,00                                       |

Observa-se que o escoamento pelo tronco no período chuvoso representa mais de 75% do total de escoamento obtido no período.

Na Tabela 5 estão apresentadas as porcentagens referentes ao escoamento pelo tronco, considerando a precipitação externa obtida no período chuvoso e no período seco.

**Tabela 05:** Porcentagem do escoamento em relação a precipitação externa no período chuvoso e seco

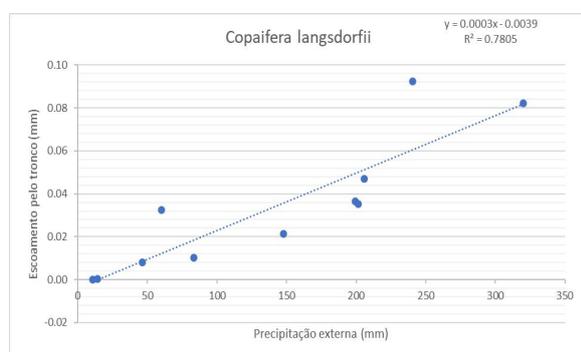
| Espécie           | Período chuvoso                       |   |  |      |
|-------------------|---------------------------------------|---|--|------|
|                   | <i>Xylopi<br/>brasiliensis</i><br>(%) | <i>Copaifera<br/>langsdorfii</i><br>(%) | <i>Miconia<br/>argyrophylla</i><br>(%) |      |
| DAP <20           | 0,25                                  | 0,42                                    | 0,15                                   |      |
| DAP entre 20 e 50 | 0,20                                  | 0,15                                    | 0,12                                   |      |
| DAP > 50          | 0,18                                  | 0,00                                    | 0,00                                   |      |
| Espécie           | Período seco                          |   |  |      |
|                   | DAP <20                               | 0,34                                    | 0,50                                   | 0,27 |
|                   | DAP entre 20 e 50                     | 0,21                                    | 0,11                                   | 0,15 |
|                   | DAP > 50                              | 0,15                                    | 0,00                                   | 0,00 |

Foi possível observar que a porcentagem do escoamento no período seco foi superior para as espécies *Xylopi brasiliensis* e *Miconia argyrophylla*. Podendo ser explicado pelo fato da vegetação perder suas folhas na estação seca (até 50%), o que contribui para o aumento do escoamento pelo tronco (TERRA et al, 2019; LEVIA; GERMER, 2015).

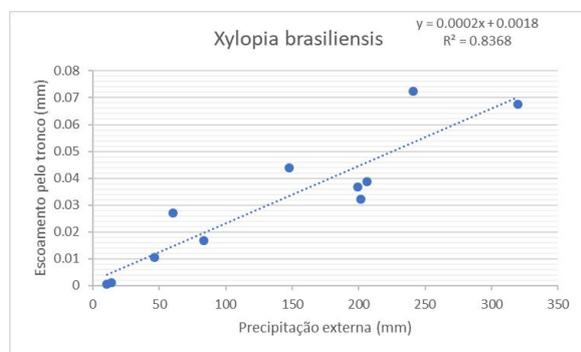
Também, foi relacionado a precipitação externa e o escoamento pelo

tronco para cada espécie estudada (Figuras 03, 04 e 05). Observou-se boa correlação para as espécies *Xylopia brasiliensis* e *Copaifera langsdorfii* ( $R^2 > 0,7$ ) e correlação moderada para a espécie *Miconia argyrophylla* ( $R^2 > 0,5$ ).

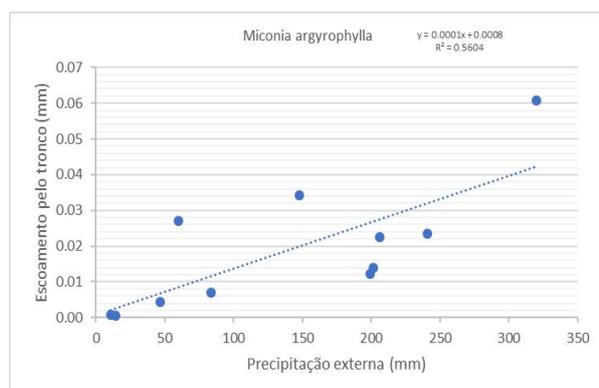
**Figura 3:** Relação entre escoamento pelo tronco e precipitação externa para *Copaifera langsdorfii*



**Figura 4:** Relação entre escoamento pelo tronco e precipitação externa para *Xylopia brasiliensis*.



**Figura 5:** Relação entre escoamento pelo tronco e precipitação externa para *Miconia argyrophylla*.



Neste sentido, o escoamento pelo troco médio dos 10 indivíduos para o período em estudo foi de 3,11 mm, e isso representou 0,20% da precipitação externa, valor este inferior ao encontrado na literatura (LEVIA; GERMER, 2015).

Entretanto alguns autores também encontraram porcentagens de escoamento pelo tronco inferiores a 1%, como é o caso de Terra et al (2018) para floresta estacional semidecidual em Lavras-MG (0,17%); Arcova et al. (2003) para Mata Atlântica em Cunha-SP (0,2%); Park; Cameron (2008) em floresta tropical no Panamá (0,9%) e Dietz et al (2006) em floresta de montana com diferentes tipos de manejo na Indonésia (0,3 a 1%).

## CONCLUSÃO

Para os indivíduos amostrados, *Copaifera langsdorfii* e *Xylopia brasiliensis* se destacaram em relação ao escoamento pelo tronco total no período estudado.

As espécies *Xylopia brasiliensis* e *Miconia argyrophylla* apresentaram porcentagens de escoamento superiores no período seco.

O escoamento pelo troco médio dos 10 indivíduos representou 0,2% da precipitação externa. Houve boa correlação

entre o escoamento pelo tronco e a precipitação externa.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ARCOVA, F. C. S. et al. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha, São Paulo. *Revista Árvore*, v.27, n.2, p.257-262, 2003.

CNCFlora. *Xylopia brasiliensis* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Xylopia\\_brasiliensis](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Xylopia_brasiliensis). Acesso em 1 setembro 2019.

DIETZ, J., et al. Rainfall partitioning in relation to forest structure in differently managed montane forest stands in Central Sulawesi, Indonesia. *For Ecol Manag* 237:170–178. 2006

HOFHANSL, F. et al. Controls of hydrochemical fluxes via stemflow in tropical lowland rainforests: Effects of meteorology and vegetation characteristics. *Journal of Hydrology*, v. 452–453, p. 247–258, 2012.

LEVIA D.F, GERMER S. A review of stemflow generation dynamics and stemflow-environment interactions in forest and shrublands. *Rev Geophys* 53:673–714. 2015.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; MELLO, J.M. & SCOLFORO, J.R.S. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil over a fiveyear period (1987-1992). *Plant Ecology* 131: 45-66. 1997

OLIVEIRA JUNIOR J.C; DIAS, H.C.T. Precipitação pluvial interna de um fragmento secundário de mata atlântica no município de Viçosa, MG.2011

OLIVEIRA JÚNIOR, J.C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da mata atlântica. *Revista Árvore*, v.29, n.1, p.9-15, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A.T., CAMISÃO-NETO, A.A., VOLPATO, M.M.L. Structure and Dispersion forestin southeastern Brazil, *Biotropica*, v.28, n.4b, p.762-769, 1996.

PARK, A., CAMERON J. L. The influence of canopy traits on throughfall and stemflow in five tropical trees growing in a Panamanian plantation. *For Ecol Manage* 255:1915–1925. 2008

SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. Mapeamento e inventário da flora e dos

reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras: Ed. da UFLA, 287 p. 2008

SHINZATO, E. T. et al. Escoamento pelo tronco em diferentes povoamentos florestais na Floresta Nacional de Ipanema em Iperó, Brasil. *Scientia Forestalis*, v.39, n.92, p.395-402, 2011.

TERRA, M.C.N.S., et al., 2017. Stemflow in a neotropical forest remnant: vegetative determinants, spatial distribution and correlation with soil moisture. *Trees*. 32:323–335. 2018

### **APONTAMENTOS SOBRE A INEFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM OURO PRETO-MG**

ALINE DE ARAÚJO NUNES  
FELIPE DE ALMEIDA PEREIRA RAMOS

### Resumo

*Ouro Preto foi a primeira cidade de Minas Gerais com tratamento de esgoto no século XIX, embora tenha contado por muitos anos com um sistema abandonado. O serviço só voltou a ser prestado em 2005, pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto, que mesmo apresentando diversas limitações técnicas e orçamentárias, conseguiu realizar investimentos e diversas obras. Porém, apesar do esforço e dedicação empregados, atualmente a cidade não consegue tratar o esgoto, poluindo as bacias hidrográficas dos Rios Paraopeba, Rio das Velhas e Rio Piranga. Neste contexto, o Município optou por extinguir o serviço e transferir a gestão ao setor privado, na expectativa de conseguir resolver o problema. Desta forma, este trabalho almeja apresentar um diagnóstico sobre o sistema de esgotamento sanitário no município de Ouro Preto e as ações propostas para sanar os diversos desafios impostos. Para tal, foram demonstrados aspectos associados aos valores cobrados pelos prestadores de serviços, carga poluidora gerada e tratada, capacidade máxima de tratamento do sistema atual, metas para atendimento e as ações propostas para sanar os diversos desafios impostos. Nesse sentido, verificou-se que o investimento em saneamento nos últimos anos se mostrou ineficiente para realizar o tratamento de esgoto. No entanto, o desenvolvimento dos serviços e a realização dos investimentos necessários, se atrelados à conscientização da população, poderá promover resultados mais rápidos e benéficos ao meio ambiente e à sociedade.*

**Palavras chave:** *Ouro Preto. Saneamento Básico. Tratamento de Esgoto. Patrimônio da Humanidade.*

### Abstract

*Ouro Preto was the first city of Minas Gerais with sewage treatment in the NINETEENTH century, although it counted for many years with an abandoned system. The service was only returned in 2005, by the Municipal service of water and sewage of Ouro Preto, which even presenting several technical and budgetary constraints, managed to make investments and several works. However, despite the effort and dedication employed, nowadays the city is unable to treat sewage, polluting the river basins of the rivers Paraopeba, Rio das Velhas and Rio Piranga. In this context, the municipality opted to extinguish the service and transfer the management to the private sector, hoping to solve the problem. Thus, this work aims to present a diagnosis on the sanitary sewage system in Ouro Preto and the actions proposed to remedy the various challenges imposed. To this end, we demonstrated aspects associated with the values collected by service providers, pollutant load generated and treated, maximum capacity of treatment of the current system, goals for care and actions proposed to remedy the various challenges Taxes. In this sense, it was found that investment in sanitation in recent years proved inefficient to perform sewage treatment. However, the development of services and the realization of the necessary investments, coupled with the awareness of the population, can promote faster and more beneficial results to the environment and society.*

**Keywords:** *Ouro Preto. Sanitation. Sewage treatment. World Heritage Site.*

### INTRODUÇÃO

De acordo com PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO (2019) a cidade de Ouro Preto, conhecida por suas belezas patrimoniais, artísticas e culturais,

já foi capital do Estado de Minas Gerais, Cidade Imperial e detentora de diversos privilégios, sendo Patrimônio da Humanidade.

O município possui 73.994 (setenta e três mil, novecentos noventa e quatro mil)

habitantes, com extensão territorial de 1.245,865 km<sup>2</sup>, sendo 40% do terreno ondulado e 55% montanhoso, considerado de porte médio, universitário e turístico (IBGE, 2018).

De acordo com Fonseca (2004), a cidade recebeu um dos primeiros sistemas de esgotamento sanitário do Brasil, que está localizado às margens do Rio do Carmo, Figura 1, e segundo FEAM (2018) compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Doce.



Figura 1 – Estrutura do Tanque de Desinfecção.  
Fonte: Fonseca (2004).

Todo o sistema foi construído no final do século XIX, de acordo com Fonseca (2010), sendo denominado Tanque de Desinfecção, confeccionado com materiais vindos do Rio de Janeiro e importado de outros países, como pode ser observado na Figura 2

Ainda de acordo com Fonseca (2010), transcorrido algum tempo o

sistema ficou inoperante, inexistindo dados técnicos de como operava na época.

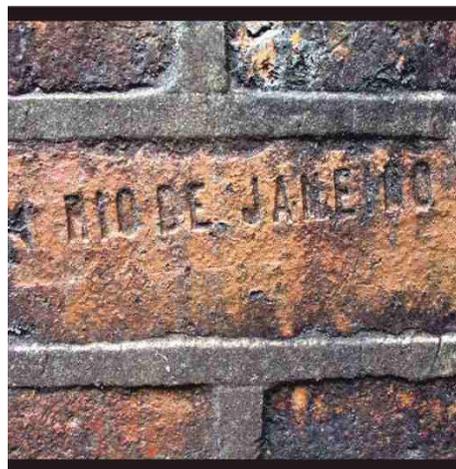


Figura 2 – Estrutura do Tanque de Desinfecção. Fonte: Fonseca (2010).

Conforme informado por PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO (2019), a cidade não tratou do esgotamento sanitário até o ano de 2005, quando foi instituída a autarquia municipal pela Lei Complementar Nº 13 de 24 de fevereiro de 2005, denominada Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto (SEMAE-OP).

O SEMAE-OP ficou incumbido de gerir todas as atividades de captação de água, esgotamento sanitário, sendo o único responsável pelo serviço, devendo realizar toda e qualquer obra, investimento e manutenção do sistema, conforme previsto em lei PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO (2005).

Neste contexto, segundo SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE OURO PRETO (2013) foram realizadas diversas obras e investimentos para substituir parte da malha receptora antiga, e a construção de captações de água e estações de tratamento de esgoto durante 14 anos de existência.

Atualmente, a cidade possui a seguinte estrutura de esgotamento sanitário (SEMAE-OP, 2019):

- Aproximadamente 20.698 ligações de esgoto;
- Fossas sépticas ou negras;
- Coletores-tronco e interceptores ligados em rede unitária ou mista;
- Estações elevatórias;
- Três Estações de Tratamento de Esgoto.

Vale mencionar, que apenas uma ETE funciona, sendo responsável pelo tratamento de apenas 0,4% de todo o esgoto sanitário da cidade (SEMAE-OP, 2019).

O Plano de Saneamento Básico do Município de Ouro Preto (PMSB) foi elaborado em 2013, para atender as determinações legais, impostas pela Lei Federal 11.445 de 05 de janeiro de 2007

PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO (2019).

Entretanto, não recebeu os investimentos necessários e previstos para executar as metas dispostas no PMSB, conforme afirma (SEMAE-OP, 2019). Neste quadro a autarquia afirma não possuir arrecadação própria suficiente para realizar os investimentos necessários.

Na tentativa de solucionar o problema, e considerando as limitações orçamentárias, topográficas e restrições para intervenção no perímetro de tombamento, o município optou pela concessão do serviço ao setor privado, através de licitação pública PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO (2019).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo principal apresentar um diagnóstico do serviço de esgotamento sanitário no município de Ouro Preto e as ações propostas para sanar os diversos desafios impostos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Contexto do Serviço de Saneamento em Ouro Preto

SEMAE-OP (2019) relata que a participação popular no município é incipiente e que o serviço ofertado não é

reconhecido pelos habitantes, o que reflete na arrecadação mensal de apenas R\$. 192.438,52 (cento e noventa e dois mil, quatrocentos e trinta e oito reais e cinquenta e dois centavos).

Ainda de acordo com SEMAE-OP (2019), os recursos advêm da Tarifa Básica Operacional (TBO) para água e esgoto, e anualmente tem orçamento próprio de R\$ 2.400.000,00 (dois milhões e quatrocentos mil reais).

Todos os serviços prestados e cobrados pela autarquia apresentam valores reduzidos, a fim de possibilitar o acesso de toda a população. O valor unitário cobrado para realizar a ligação de esgoto na Categoria Social, por exemplo, é de R\$ 21,76 (vinte e um reais e setenta e seis centavos) e na Categoria C (Industrial) de R\$ 87,04 (oitenta e sete reais e quatro centavos) (SEMAE-OP, 2019).

Conforme demonstrado na Tabela 1, os valores cobrados pelo fornecimento de água e coleta de esgoto são baixos, independente do volume consumido ou gerado, e ainda assim, segundo SEMAE-OP (2019), a inadimplência está em aproximadamente 70% (setenta por cento), das unidades cadastradas, mas que existem vários imóveis sem registro.

Ainda segundo SEMAE-OP (2019), o orçamento deve arcar com os custos do funcionalismo efetivo, comissionado e contratado, que atua para manter em operação o sistema de água e esgoto da cidade, sem deixar de planejar e executar novos investimentos e custos da manutenção.

TABELA 1 – Valores cobrados pelo SEMAE-OP para cada unidade consumidora de água.

| Categoria   | TBO       | TBO       | Total mensal |
|-------------|-----------|-----------|--------------|
|             | Água      | Esgoto    |              |
| Residencial | R\$ 9,20  | R\$ 5,52  | R\$ 14,72    |
| Comercial   | R\$ 17,91 | R\$ 10,74 | R\$ 28,65    |
| Industrial  | R\$ 33,40 | R\$ 20,04 | R\$ 53,44    |
| Social      | R\$ 5,52  | R\$ 3,31  | R\$ 8,83     |

Fonte: SEMAE-OP

Vale ressaltar que o Plano Municipal de Saneamento Básico de Ouro Preto (PMSB) prevê a necessidade de investimentos na ordem de R\$ 141.099.585,81 (cento e quarenta e um milhões, noventa e nove mil, quinhentos e oitenta e cinco reais e oitenta e um centavos), para os serviços de água e esgoto, objetivando resolver gradativamente problemas diagnosticados.

**As Estações de Tratamento de Esgoto e as novas ações propostas**

A cidade de Ouro Preto possui três Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), uma malha receptora heterogênea, com diversas ligações clandestinas, em rede mista ou unitária. A rede para captar o esgoto foi construída há muitos anos, inclusive no perímetro de tombamento e possui tubos de ferro, concreto, pedra montada, PVC, alvenaria. Neste quadro, não foi realizado o mapeamento da rede, contando com conhecimento de servidores antigos, e moradores para saber a localização da rede de esgoto (SEMAE-OP, 2019).

As localizações das ETE's Parque da Lagoa, São Bartolomeu e Sede, assim como a situação atual, são apresentadas na Tabela 2 (FEAM, 2018). As estações de São Bartolomeu e Sede foram concebidas para operar com Reator UASB, e a unidade Parque da Lagoa gradeamento, desarenador e calha Parshall, decantadores e tanques de aeração (SEMAE-OP, 2019).

TABELA 2 – Localização geográfica das ETE's e a situação operacional.

| ETE          | COORDENADAS                  | SITUAÇÃO         |
|--------------|------------------------------|------------------|
| Lagoa        | UTM 23k-533125E e 7748406N   | Desativada       |
| São Bartolom | UTM 23k – 543769E e 7753975N | Ativa com falhas |

| eu   |                              |            |
|------|------------------------------|------------|
| Sede | UTM 23k – 657701E e 7743604N | Desativada |

Apesar da existência de três unidades para tratamento de esgoto, segundo o Relatório Minas Trata o Esgoto (FEAM, 2018), o resultado no tratamento de esgoto é considerado inexistente.

Diante do exposto, a PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO (2019), optou por extinguir a autarquia SEMAE-OP, e deverá transferir a estrutura para a empresa vencedora do Processo de Licitação 06/2018, que efetuará a gestão do saneamento básico pelos próximos 35 anos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concessão do Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto está sendo realizada por meio da Licitação Pública 06/2018, modalidade concorrência e tem como objetivo resolver problemas como a captação de água potável e coleta e tratamento dos efluentes sanitários PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO (2019).

Segundo SEMAE (2019), serão estabelecidos novos valores para a

prestação dos serviços, como pode ser comparado na Tabela 3.

TABELA 3 – Comparativo de valores das taxas cobradas pelo SEMAE-OP x Empresa Privada.

| Serviço prestado              | SEMAE-OP               | Empresa Privada  |
|-------------------------------|------------------------|--|
| TBO Água e esgoto residencial | R\$ 14,72<br>Ilimitado | Taxa fixa de R\$ 15,97 + Consumo mensal de R\$ 3,16 à R\$14,26 por m <sup>3</sup>  |
| TBO Água e esgoto Comercial   | R\$ 28,65<br>Ilimitado | Taxa fixa de R\$ 23,94 + Consumo mensal de R\$ 3,82 à R\$11,39 por m <sup>3</sup>  |
| TBO Água e esgoto Industrial  | R\$ 53,44              | Taxa fixa de R\$ 23,94 + Consumo mensal de R\$ 3,82 à R\$ 11,39 por m <sup>3</sup> |
| Água e esgoto Social          | R\$ 8,83               | Taxa fixa de R\$ 5,32 + Consumo mensal de R\$ 1,05 à R\$ 14,26 por m <sup>3</sup>  |
| Taxa de Ligação de Esgoto     | R\$ 21,76              | R\$ 580,98   |

Industrial,  
Pública e  
Comercial

Verifica-se que os valores possuem diferenças consideráveis, mas as perspectivas são promissoras, uma vez que não é sequer razoável tratar menos de 1% do esgoto em pleno século XXI.

Para fins de planejamento, a Tabela 4 apresenta o cenário atual, no qual inexistente tratamento, e o cenário com duas ETE's - Parque da Lagoa e São Bartolomeu - em operação. Verifica-se que no escopo atual de operação, as diferenças são mínimas.

TABELA 4 – Comparativo de emissão de efluentes poluentes com as ETE's (Inoperantes) x (Operantes).

|                 | Cenário Atual                   | Com 2 ETE's em operação         |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Carga Gerada    | 3.300,48<br>KgDBO <sup>-1</sup> | 3.300,48<br>KgDBO <sup>-1</sup> |
| Carga Removida  | 0 KgDBO <sup>-1</sup>           | 110,84<br>KgDBO <sup>-1</sup>   |
| Carga Poluidora | 3.300,48<br>KgDBO <sup>-1</sup> | 3.189,65<br>KgDBO <sup>-1</sup> |
| Redução         | 0%                              | 3,36%                           |

Desta forma, conforme elucidado na Tabela 4, os índices de tratamento dos

efluentes com duas estações de tratamento representam apenas 3,36% do total, demonstra que a estrutura atual é incapaz de mudar o quadro sanitário de Ouro Preto, de forma significativa. Com este cenário dramático, a Prefeitura Municipal de Ouro Preto optou por conceder a prestação do serviço a terceiro, mas estabelecendo metas para os próximos anos, conforme a Tabela 5.

TABELA 5 – Metas a serem atingidas na coleta de esgoto.

| Ano de operação | Cobertura de Coleta de Esgoto | População atendida |
|-----------------|-------------------------------|--------------------|
| 01              | 63,67%                        | 46.865             |
| 02              | 65,65%                        | 48.565             |
| 03              | 67,47%                        | 50.252             |
| 04              | 69,31%                        | 51.958             |
| 05              | 71,19%                        | 53.682             |
| 06              | 73,07%                        | 55.424             |

Almeja-se, então, tratar a totalidade do esgoto coletado em 5 anos, conforme a Tabela 7.

TABELA 07 – Metas estabelecidas para a empresa tratar o esgoto coletado.

| Ano de tratamento de esgoto | % de atendimento | População atendida |
|-----------------------------|------------------|--------------------|
|-----------------------------|------------------|--------------------|

|    |         |        |
|----|---------|--------|
| 01 | 0,00    | 0      |
| 02 | 0       | 0      |
| 03 | 30,00   | 15.076 |
| 04 | 60,00%  | 31.175 |
| 05 | 100,00% | 53.682 |

Estes dados, segundo SEMAE-OP (2019), tem como parâmetro o Plano de Saneamento Básico de Ouro Preto, que foi elaborado em 2013.

Considerando, então, os dados do relatório FEAM (2018), em comparação com o número de habitantes, segundo IBGE (2018), somente após 19 anos de prestação de serviço a concessionária conseguirá tratar o esgoto para a população total e atual de Ouro Preto.

## CONCLUSÕES

Diante do exposto, verifica-se que o investimento em saneamento nos últimos anos se mostrou ineficiente para realizar o tratamento de esgoto.

Portanto a execução aleatória na construção das Estações de Tratamento de Esgoto sem a elaboração Plano Municipal de Saneamento Básico, demonstra-se ineficaz.

Enfatiza-se a importância do saneamento básico para a manutenção e preservação dos recursos hídricos, naturais

e econômicos da cidade, o que promove condições salutaras aos municípios, geração de emprego e renda.

Por fim, o desenvolvimento dos serviços e realização dos investimentos necessários, se atrelados à conscientização da população, poderá promover resultados mais rápidos e benéficos ao meio ambiente e à sociedade.

### AGRADECIMENTOS

À Prefeitura de Ouro Preto e ao Departamento de Engenharia Urbana da UFOP

### REFERÊNCIAS

FEAM. **Relatório Minas Trata Esgoto**. 2016. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/2018/PESQUISA\\_DESENVOLVIMENTO/produutos\\_termos\\_cooperacao/bolsa-Raul\\_Soares\\_Peixoto-DGQA-GEDEF-Minas\\_Trata\\_Esgoto\\_2015-Raul.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2018/PESQUISA_DESENVOLVIMENTO/produutos_termos_cooperacao/bolsa-Raul_Soares_Peixoto-DGQA-GEDEF-Minas_Trata_Esgoto_2015-Raul.pdf). Acesso em: 22 de agosto de 2019.

FONSECA, A; PRADO FILHO, J.F. Um esquecido marco no saneamento do Brasil: **Os sistemas de águas e esgotos de Ouro Preto** (1887-1890). Revista História,

Ciência, Saúde, Manguinhos, Rio de Janeiro, v.17, n.1, 2010, p.51-66.

FONSECA, A. de F. C. **Controle e uso da água na Ouro Preto dos séculos XVIII e XIX**. 2004. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**.

Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ouro-preto/panorama>. Acesso em agosto de 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES –

Secretaria Nacional de Saneamento

Ambiental. Plansab – **Plano Nacional de**

**Saneamento Básico** (versão para

apreciação do CNS, CONAMA, CNRH e

CONCIDADES). Brasília, maio de 2013.

OURO PRETO. **Plano Municipal de**

**Saneamento Básico de Ouro Preto:**

Produto 2 – Diagnóstico da Situação do

Saneamento Básico. Ouro Preto, MG:

Agência Peixe Vivo – CBH Rio das Velhas, 2013. 313 p.

OURO PRETO. **Lei Complementar**

**Municipal nº 13 de 24 de fevereiro de**

**2005**. Dispõe sobre a criação do

SEMAE/OP.

Vieira, P. C. **Condições do Saneamento**

**Básico na Cidade Histórica de Ouro**

**Preto**. 2018.

SEMAE-OP. **Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto**.



# I Seminário Nacional

Sustentabilidade em Recursos Hídricos

PÓS GRADUAÇÃO

### EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ASSISTÊNCIA À POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

KÁTIA ELIANE SANTOS AVELAR  
ANTONIO CARLOS SANTOS FIGUEIREDO  
ELISABETH DE ALMEIDA FIGUEIREDO ELISABETH DE ALMEIDA FIGUEIREDO

#### Resumo

A problemática dos diversificados resíduos plásticos lançados nas praias, rios litorâneos e mares juntamente com os impactos ambientais negativos gerados tornaram-se um desafio aos propósitos do desenvolvimento sustentável. Primordialmente, as práticas sustentáveis iniciam-se pela eliminação de condutas antrópicas nocivas e rotineiras, tais como acondicionamento do lixo orgânico misturado com resíduos recicláveis, com o agravo de descartá-los agrupados, para serem recolhidos pela prestadora do serviço público de limpeza urbana, pois nessas condições, os recicláveis seguem, indevidamente, para os aterros sanitários, ao invés de serem encaminhados para cooperativas de catadores. Esses hábitos revelam a ausência de conhecimento e responsabilidade com as próprias ações, tornando os rios, praias e mares locais para abandono de lixo e múltiplos resíduos. O presente estudo teve por objetivo sugerir ações dinâmicas e eficazes por meio de programas educacionais para a população, o que pode se tornar em orientação de políticas públicas voltadas para a preservação ambiental. A metodologia utilizada foi por meio de uma revisão bibliográfica exploratória, o que proporcionou a seleção de leis, artigos científicos e relatórios. Como resultados futuros, os benefícios da reação por parte da sociedade que permitam concluir que a educação ambiental é a base fundamental para a sustentabilidade da população fluminense.

**Palavras chave:** Impactos ambientais. Coleta seletiva de resíduos. Reciclagem.

#### Abstract

The problem of the diverse plastic waste dumped on beaches, coastal rivers and seas, together with the negative environmental impacts generated, have become a challenge to the purposes of sustainable development. Primarily, sustainable practices are initiated by the elimination of harmful and routine anthropic conducts, such as conditioning of organic waste mixed with recyclable waste, with the burden of disposing of them grouped, to be collected by the provider of the public service of urban cleaning, because in these conditions, the recyclables unduly go to landfills, instead of being sent to cooperatives of collectors. These habits reveal the absence of knowledge and responsibility with their own actions, making the rivers, beaches and seas local to abandon garbage and multiple waste. The present study aimed to suggest dynamic and effective actions through educational programs for the population, which can become an orientation of public policies aimed at environmental preservation. The methodology used was through an exploratory bibliographic review, which provided the selection of laws, scientific articles and reports. As future results, the benefits of the reaction by society that allow us to conclude that environmental education is the fundamental basis for the sustainability of the Rio de Janeiro population.

**Keywords:** *Environmental impacts. Selective waste collection. Recycling.*

#### INTRODUÇÃO

A Constituição Federal em seu artigo 225, caput dispõe sobre o dever do poder público e da coletividade de

defender e preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988).

Segundo o IBGE (2019, p.1) o Rio de Janeiro possui 17.264.943 de residentes, conforme as estimativas da população no Brasil e unidades da federação, com data de referência em 1º de julho de 2019. Estas estimativas servem de parâmetro para o cálculo do Fundo de Participação de Estados e Municípios pelo Tribunal do Contas da União, TCU, e de referência para indicadores econômicos, sociais e demográficos. A divulgação é anual, conforme artigo 102 da Lei nº 8.443, de 16 de julho de 1992, que dispõe sobre a Lei Orgânica do Tribunal de Contas da União. (BRASIL, 1992)

O Rio de Janeiro é o terceiro estado brasileiro mais populoso. O Oceano Atlântico é o limite leste e sul do estado. Os rios fluminenses, em sua maior parte, desembocam no oceano.

A Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, dispõe sobre as ações a serem tomadas em relação à destinação adequada dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Desde a sua regulamentação, muito pouco se tem feito a respeito deste tão importante dispositivo legal (SILVA; CHAVES; GHISOLF, 2018, p. 218).

Ainda não foi elaborado um instrumento legítimo e oficial do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Assim sendo, as responsabilidades ficam distribuídas entre o setor privado e a população, que sofre diretamente com os impactos da ausência da gestão pública dos Estados e Municípios.

Segundo Heber; Silva (2014) faltam recursos financeiros aos municípios brasileiros.

Segundo o IBGE, para o período de 2000 a 2060, as projeções indicam que a população brasileira atingirá, em 2042, aproximadamente 228,4 milhões de habitantes. (IBGE, 2019)

Caso a geração de resíduos seja mantida na faixa do que é gerado atualmente, cerca de 1,04 kg/hab./dia, serão gerados mais de 31,6 trilhões de toneladas de RSU, no ano de 2042 (NASCIMENTO, 2015, p. 9)

O volume de geração de resíduos vem crescendo mais do que a taxa de crescimento da população (ABRELPE, 2017).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As leis, publicações e artigos selecionados foram pesquisados pelo conteúdo relacionado com a essência deste

presente trabalho e que serviram de fundamento para a investigação proposta.

Uma das pesquisas foi realizada no portal da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro – Centro de Educação Ambiental (CEA). Atualmente, cinco programas estão sendo aplicados a grupos escolares, preferencialmente, e um deles é o “Programa Areia Carioca”, único com afinidade ao tema da presente pesquisa. Consiste em um instrumento educativo direcionado ao público passante pelos 26 pontos de coleta distribuídos pela orla que demonstra as normas de boa conduta, no uso da praia, mantendo-as limpas (SMAC; CEA, 2019)

Na leitura atenta do conteúdo da página do Conselho Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro, CONSEMAM, Câmara Técnica Setorial Permanente de Gestão de Resíduos foram investigados os relatórios anuais desde 2006, compostos pelas atas de reuniões realizadas e o tema “lixo no mar” não foi mencionado nas pautas até a presente data. (CONSEMAM, 2019)

Na busca nas bases de dados, Scielo e Google Acadêmico utilizou-se os descritivos, resíduos sólidos, catadores e reciclagem de plásticos. Leis referentes ao tema foram procuradas nos sítios

eletrônicos do Ministério do Meio Ambiente, ONU Brasil, Associações e outros.

O lançamento constante de embalagens de plástico, em locais impróprios, como os rios litorâneos, praias, mares, terrenos baldios, lixões e aterros, é uma atitude danosa ao meio hídrico constitui-se em problema ambiental, ainda contemporâneo, devido à elevação da utilização de embalagens de diversos tipos de polímeros em sua composição, incluindo o poliestireno expandido (EPS), popularmente denominado de isopor (ABIPET, 2016)

A redução dos ciclos de vida dos produtos eleva a descartabilidade de bens. O tratamento de lixo e recicláveis está relacionado às práticas sustentáveis de destinação adequada. Os conhecimentos obtidos trazem a compreensão dos impactos negativos que são gerados e precisam ser compartilhados.

Os tipos variados de plásticos são os resíduos mais encontrados. O cenário tende a se agravar pela continuidade da prática nociva. A coleta e reciclagem de plásticos são insuficientes no Brasil.

Os plásticos, em sua maioria, não são destinados à coleta seletiva, sendo

descartados em lixões, aterros controlados, aterros sanitários e terrenos vazios.

Os lixões são terrenos desocupados, em geral situados na periferia das cidades, onde o lixo é descartado, a céu aberto, atraindo, insetos, baratas, roedores, cobras, urubus, mosquitos, vetores de doenças, o que expõe as populações que residem nas proximidades e aos catadores individuais (SANTOS; BELLINE, 2013, p. 229).

Os aterros controlados são lixões melhorados e os aterros sanitários são terrenos cercados, com acesso controlado, impedindo a entrada de pessoas e animais.

Os aterros sanitários são lugares que foram planejados, definidos e licenciados para este fim, recebendo o lixo urbano, coletado pelas empresas públicas e privadas, para receber tratamento, iniciando pela compactação dos resíduos, seguido de uma cobertura de terra, evitando a sua exposição.

Por outro lado, pesquisas devem ser desenvolvidas, continuamente, quanto a descoberta de novos produtos a partir dos polímeros, com o aproveitamento total do resíduo descartado, eliminando o desperdício de matéria-prima (ABIPLAST, 2014) Segundo a Agência Europeia do Ambiente (AEA, 2017), utilizar os resíduos como recursos com o intuito de

reduzir a extração de novos recursos. O objetivo deste estudo é o de propor que sejam implementadas e executadas políticas públicas para o aprendizado, com oferta de palestras e oficinas de educação ambiental que permitam o conhecimento por parte da população, de forma a gerar benefícios individuais e motivação para a coletividade local. A Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, em seu artigo 3º, inciso I confere responsabilidade ao Poder Público de definir políticas públicas para a promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade, para a conservação do meio ambiente. (BRASIL, 1999). Acrescentar a disseminação dos conteúdos em Redes Sociais para conscientizar e mobilizar indivíduos e organizações por meio da comunicação.

O fato de partirmos de um nível de incerteza e nos defrontarmos com efeitos sinérgicos ainda não devidamente dimensionados aumenta a necessidade de combinar prevenção e agilidade em termos de reação, o que não se faz sem conhecimento (EGLER; GUSMÃO, 2014, p. 77).

O objetivo é de sensibilizar toda a sociedade ao engajamento público, pela capacitação em educação ambiental, com

ênfase no descarte responsável, coleta e reciclagem reversa, contribuindo com a economia circular.

Qualquer que seja a resposta a ser dada ela dependerá de bases de dados consistentes, de instrumentos de previsão e monitoramento em tempo real, em suma, da produção de conhecimento e metodologias que permitam aumentar a previsibilidade dos fenômenos e seus efeitos (EGLER; GUSMÃO, 2014, p. 77).

Importa destacar que a educação para o consumo responsável, se dá com a gestão dos recursos naturais e são práticas que precisam ser adotadas nas empresas e na administração pública conforme disposto na Lei nº 5.940, de 25 de outubro de 2006 que institui o destino dos recicláveis às associações e cooperativas de catadores. (BRASIL, 2006; CEMPRE, 2013))

Diretrizes para estudo de viabilidade e projetos de reciclagem voltados para os vários tipos de plásticos encontrados na faixa costeira.

A geração de resíduos sólidos deve ser encarada como fonte de recursos a serem revertidos para a cadeia produtiva de novos produtos, garantindo a sustentabilidade dos processos de catção e reciclagem

Benefícios poderão ser obtidos a partir do empreendedorismo social, oportunidade de empregos, programas de capacitação, transformação ambiental local e socioeconômica pela recuperação e a reciclagem de plásticos, reinserindo-os na cadeia produtiva, como matéria-prima para novos produtos.

Mais empresas devem investir em programas de coleta de embalagens recicláveis de seus produtos e, ao mesmo tempo, em produção mais limpa, aplicando a logística direta e a reversa.

Cabe ressaltar que a poluição das regiões costeiras é um problema de preocupação para todo o cidadão brasileiro. Mesmo o habitante que nunca contribuiu com qualquer descarte impróprio sofre reflexos dos desperdícios econômicos dos resíduos que não seguem os canais da reciclagem e de reuso.

A Agenda 2030 é composta de 17 objetivos e estes estão sendo os maiores desafios enfrentados pela humanidade, para o cumprimento até 2030. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) concluídos em agosto de 2015, tem como missão, promover o cumprimento de 169 metas a serem atingidas até 2030. (ONU, 2015)

Além da prosperidade do planeta e das pessoas, busca também promover a paz entre as nações. A erradicação da pobreza é o maior dos desafios, bem como o crescimento da ciência, respeitando o desenvolvimento sustentável, econômico, social e ambiental.

A elevada geração de resíduos da sociedade contemporânea originada, principalmente, das atividades industriais e do consumo da população, na era dos produtos descartáveis, é uma grande preocupação mundial, retratada no objetivo de número 12 da Agenda 2030 (ONU, 2015).

O objetivo 12 visa implementar, em todo o globo, em um período de dez anos, a produção e o consumo sustentáveis, respeitando os recursos naturais e, para isso, eliminar o desperdício. Envolve o Governo, as empresas e a população (ONU, 2015).

Acordos internacionais estão sendo feitos para que até 2020, boa parte dessas metas possam ser atingidas. Até 2030, a geração de resíduos e redução da matéria prima primária, devem cair a um nível próximo de zero e a reciclagem e reuso devem fazer parte do cotidiano da vida das pessoas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo estudos da Fundação Mundial para a Natureza, o Brasil é o 4º país do mundo na geração de lixo plástico. (WWF, 2019).

**Tabela 1:** Países com a maior produção de lixo plástico no mundo

| País           | Total de lixo plástico gerado* | Total incinerado | Total reciclado | Relação produção e reciclagem |
|----------------|--------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|
| Estados Unidos | 70.782.577                     | 9.060.170        | 24.490.772      | 34,60%                        |
| China          | 54.740.659                     | 11.988.226       | 12.000.331      | 21,92%                        |
| Índia          | 19.311.663                     | 14.544           | 1.105.677       | 5,73%                         |
| Brasil         | 11.355.220                     | 0                | 145.043         | 1,28%                         |
| Indonésia      | 9.885.081                      | 0                | 362.070         | 3,66%                         |
| Rússia         | 8.948.132                      | 0                | 320.088         | 3,58%                         |
| Alemanha       | 8.286.827                      | 4.876.027        | 3.143.700       | 37,94%                        |
| Reino Unido    | 7.994.284                      | 2.620.394        | 2.513.856       | 31,45%                        |
| Japão          | 7.146.514                      | 6.642.428        | 405.834         | 5,68%                         |
| Canadá         | 6.696.763                      | 207.354          | 1.423.139       | 21,25%                        |

Fonte: WWF / Banco Mundial (What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste management to 2050).

\*Valor total de lixo plástico descartado em resíduos sólidos urbanos, resíduos industriais, resíduos de construção, lixo eletrônico e resíduos agrícolas, na fabricação de produtos durante um ano.

Do total de 11,3 milhões de toneladas, 91% foram coletados, mas somente 145 mil toneladas foram recicladas, sendo um dos menores índices do mundo.

Destacam-se dentre os objetivos elencados pelo Artigo 7º da Lei nº 12.305, a não geração de resíduo; a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; e a valorização do catador (BRASIL, 2010).

O crescimento da poluição marinha na costa fluminense tem aumentado a degradação ambiental já há décadas.

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente destaca a importância do papel dos catadores no processo da Política

Nacional de Resíduos Sólidos. Um dos grandes problemas vivenciados por eles atualmente é a falta de consciência da população que não separa o lixo seco de lixo orgânico. A coleta seletiva, para ser efetiva, necessita de uma campanha educacional, bem como uma conscientização ambiental por parte da população.

Outro ponto que merece atenção diz respeito aos instrumentos adequados de políticas públicas de forma que o Governo municipal atue junto à sociedade, academia, setor produtivo e associações de catadores.

Nos dizeres de Carvalho (2012), a descentralização, através da municipalização das políticas sociais se faz necessária no sentido de proporcionar uma governança embasada na participação e democratização da coisa pública e principalmente na produção de uma gestão territorial de proximidade, incorporando o cidadão com o desenvolvimento local.

Seus princípios básicos de distinção em relação às demais empresas capitalistas, apontados pela maioria dos autores que tratam sobre o tema, são: posse coletiva dos meios de produção pelas próprias pessoas que os utilizam para produzir (SILVA, 2017, p. 21).

O atual Governo Federal apontou, como uma das prioridades de sua agenda, o Combate ao Lixo no Mar, devido aos impactos da poluição nos ecossistemas marinhos e na saúde humana. Neste contexto, foi elaborado o Plano de Combate ao Lixo no Mar. No eixo de Gestão de Resíduos Sólidos, dentre outros, instituiu o objetivo para a implementação de planos de negócios de redes de cooperativas de catadores em municípios (MMA, 2019).

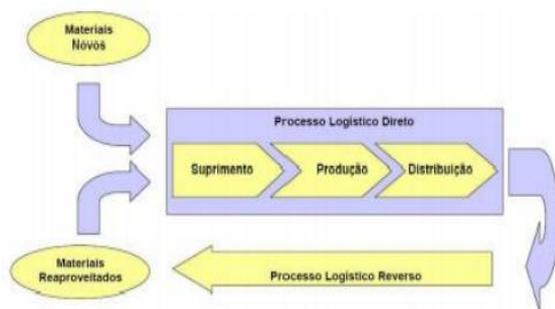
A edição da Política Nacional de Resíduos Sólidos em 02 de agosto de 2010, impactou positivamente o mercado da Logística Reversa, ampliando as oportunidades de prestação de serviços de todas as categorias e especialidades e de negócios, em geral, envolvendo o equacionamento do retorno de produtos, desde então sob a responsabilidade da cadeia produtiva deles. (LEITE, 2010)

Mudanças bruscas no formato de produção, na Divisão Internacional do Trabalho e na programação ambiental, uma vez que visualiza os produtos de consumo no fim da vida útil não enquanto lixo, e sim, como matéria-prima a ser reaproveitada, transformada e reciclada para gerar novos produtos (XAVIER, 2016, p. 236).

A Lei nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 cria o Comitê de Implantação da Logística Reversa voltado ao setor produtivo, de forma a subsidiar a coleta e restituição de resíduos sólidos à cadeia produtiva, constituindo-se em um eficaz instrumento de desenvolvimento socioeconômico (BRASIL, 2010).

As embalagens pós-consumo podem ser destinadas a compra, sendo um dos processos de logística reversa (BRASIL, 2010)

Figura 1. Processos logísticos diretos e reversos



Fonte: LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro: COPPEAD, 2002.

Nesse contexto, é vital que haja um retrocesso do descarte prejudicial e deletério, de forma a recuperar e preservar os espaços naturais e urbano.

A população precisa acionar os órgãos do Governo para que apliquem efetivamente as ações educacionais que já estão traçadas, tornando-as públicas, e que se interessem pelas necessidades atuais de mais programas de expressivo alcance.

Espera-se como resultados, que a população se esmere em reduzir o consumo de plásticos, assim como reutilizar os que possam servir para o propósito, separar os recicláveis e destinar para a reciclagem.

## CONCLUSÕES

Que o Governo elabore legislação de melhores práticas que garantam mudanças a nível setorial e a implantação eficaz de políticas públicas de educação ambiental. Obter-se-ão as benesses, sob a forma de bem-estar comum e crescimento socioeconômico. A percepção ambiental permite a construção de uma nova realidade.

## REFERÊNCIAS

- ABIPET. Associação Brasileira da Indústria do Pet. Censo da reciclagem de pet no Brasil. 2016. Disponível em: <[http://www.abipet.org.br/index.html?method=moststrarDownloads&categoria\\_Id=3](http://www.abipet.org.br/index.html?method=moststrarDownloads&categoria_Id=3)>. Acesso em: 15 jul. 2019.
- ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Aplicações dos principais tipos de materiais plásticos. 2014. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/download/links/links%202014/materiais\\_plasticosparasitevf2.pdf](http://file.abiplast.org.br/download/links/links%202014/materiais_plasticosparasitevf2.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2019.
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2017. Disponível em: <[http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama\\_abrelpe\\_2017.pdf](http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2019.
- AEA - Agência Europeia do Ambiente. **Resíduos: um problema ou um recurso?**



# Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

Atualizada em 2017. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2014/artigos/residuos-um-problema-ou-um-recurso>>. Acesso em: 05 de jul. 2019.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 3 fev. 2019.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis. DF, 26 out 2006. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm)>. Acesso em: 3 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)> Acesso em: 02 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Cria o comitê orientador para implantação dos sistemas de logística reversa. 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: 2 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. Lei nº 8.443, de 16 de julho de 1992. Dispõe sobre a Lei Orgânica do Tribunal de Contas da União. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18443.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18443.htm)>. Acesso em: 04 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm)>. Acesso em: 04 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. . Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)>. Acesso em: 01 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Nacional da Qualidade Urbana. Plano de Combate ao Lixo no Mar. Brasília – DF. 2019. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/images/agenda\\_ambiental/lixo-no-mar/Plano-de-Ao.pdf](https://www.mma.gov.br/images/agenda_ambiental/lixo-no-mar/Plano-de-Ao.pdf)>. Acesso em: 14 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Nacional da Qualidade Urbana. Plano de Combate ao Lixo no Mar. Brasília – DF. 2019. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/images/agenda\\_ambiental/lixo-no-mar/Plano-de-Ao.pdf](https://www.mma.gov.br/images/agenda_ambiental/lixo-no-mar/Plano-de-Ao.pdf)>. Acesso em: 14 ago. 2019.

CARVALHO, J. M. Cidadania no Brasil. O longo Caminho. 15ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.

CONSEMAC. Conselho Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://prefeitura.rio/web/consemac/exibeconteudo?id=4601722>>. Acesso em 25 ago. 2019.

EGLER, C. A. G.; GUSMÃO, P. P. **Gestão costeira e adaptação às mudanças climáticas: o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil.** *Revista da Gestão Costeira Integrada*. 14(1):65-80 (2014). DOI:10.5894/rgci370. Acesso em: 27 jul. 2019.

HEBER, Florence; SILVA, Elvis M. D. **Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju – SE.** *Rev. Adm. Pública*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 913-937, jul./ago. 2014. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

IBGE. Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2019. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/commediaibge/arquivos/7d410669a4ae85faf4e8c3a0a0c649c7.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2019.

- LEITE, P. R. Logística Reversa e a Regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em: <<http://clrb476.wixsite.com/clrb-log-reversa>>. Acesso em: 30 nov. 2018.
- MARTINS, M. R. S. et al. Educação ambiental: um exemplo de cidadania presente no centro sócio cultural “José Bahia” no município de São Mateus-ES. In: **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2014, Belo Horizonte**: IBEAS, 2014. p. 1 - 6.
- NASCIMENTO, V. F. et al. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Ambiente & Água*. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1635>>. Acesso em: 30 jun. 2019.
- ONU BRASIL. (2017). ONU lança campanha contra poluição dos oceanos provocada por consumo de plástico. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-lanca-campanha-contra-poluicao-dos-oceanos-provocada-por-consumo-de-plastico/>>. Acesso em: 9 jul. 2019.
- \_\_\_\_\_. (2017). Desenvolvimento sustentável. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods12/>>. Acesso em: 9 jul. 2019.
- NASCIMENTO NETO, P. **Resíduos Sólidos Urbanos: perspectivas de gestão intermunicipal em regiões metropolitanas**. São Paulo: Atlas, 2013.
- POLI, C. Ingestão de plástico por tartarugas marinha no estado da Paraíba, nordeste do Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*. Vol. 105 no. 3. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-476620151053265270>>. Acesso em: 8 maio 2019.
- SANTOS, J. M. A.; BELINE, S. **EJA: 6º ao 9º ano**: Geografia: manual do educador. 3. ed. São Paulo, SP: IBEP, 2013.
- SILVA, A. R.; CHAVES, G. L. D.; GHISOLF, V. Os obstáculos para uma efetiva política de gestão dos resíduos sólidos no Brasil. *Revista Veredas do Direito*, v.13, n.26, p. 211-234, 2016. < <http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v13i26.691>>. Acesso em: 29 jun. 2019.
- SILVA, S. P. **A Organização Coletiva De Catadores De Material Reciclável No Brasil: Dilemas e Potencialidades sob a Ótica da Economia Solidária – 2017 – IPEA**. Brasília, DF.
- SMAC - Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Centro de Educação Ambiental (CEA). Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/centro-de-educacao-ambiental>>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- TORRES, J. B. T. Resíduos Sólidos. Leme/SP: Independente Editora e Distribuidora Jurídica. 1ª ed. 2011.
- WWF Fundo Mundial para a Natureza. Plastic Report para 2019. **Solucionar a poluição plástica: transparência e responsabilização**. Suíça, Gland. 2019, 50 p. Disponível em: <[https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/51804/1552932397PLASTIC\\_REPORT02-2019\\_Portugues\\_FINAL.pdf](https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/51804/1552932397PLASTIC_REPORT02-2019_Portugues_FINAL.pdf)>. Acesso em: 01 jul. 2019.
- XAVIER, L. H.; CORRÊA, H. L. **Sistemas de Logística Reversa: Criando cadeias de suprimento sustentáveis**. *Revista Brasileira de Contabilidade*, [S.l.], n. 216, p. 90, dez. 2015. Disponível em: <<http://www.rbcdigital.org.br/index.php/rbc/article/view/1336>>. Acesso em: 30 jun. 2019.

### ANÁLISE DA VIABILIDADE DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ

ROBERTO AKIRA YAMACHITA

FERNANDO LIBERATO DE SOUZA

#### **Resumo**

O crescimento populacional e do uso dos recursos naturais, gera um inevitável impacto no meio ambiente. Práticas que protejam ou conservem o meio ambiente, tem sido discutidas e aplicadas no mundo. Nos anos 2000, no Brasil, deu-se início as primeiras iniciativas de pagamento por serviços ambientais, que consistem na compensação financeira a agentes que protejam e conservem o ambiente. Este trabalho propõe uma análise de viabilidade no do pagamento por serviços ambientais em Itajubá, sul de Minas Gerais, que se encontra em parte degradada e com a ocupação desordenada, gerando transtornos associados à diminuição quali-quantitativa dos recursos hídricos, degradação dos solos e pastagens e perda de florestas nativas, além de inundações frequentes nos períodos chuvosos justificando a necessidade de tais práticas de conservação. A atratividade financeira de pagamentos por serviços ambientais é analisada, a partir de dois cenários de obtenção de fontes de recursos financeiros, a saber, utilização de porcentagem do IPTU e referente à disposição a pagar, para que os serviços ambientais possam ser desenvolvidos em Itajubá. Os resultados mostram que obtenção de recursos financeiros de maneira isolada é pouco atrativa, evidenciando a necessidade de associação das fontes de recursos, e, apresentam maior atratividade quando o número de participantes é reduzido para 200.

**Palavras chave:** Degradação. Conservação. Compensação.

#### *Abstract*

Population growth and the use of natural resources have an inevitable impact on the environment. Practices that protect or conserve the environment have been discussed and applied worldwide. In the 2000s, in Brazil, it initiated the first payment initiatives for environmental services, which consist of financial compensation to agents that protect and conserve the environment. This work approved a feasibility analysis for payment for

environmental services in Itajubá, Minas Gerais State, which finds a degraded part and with a disorderly occupation, generating disorders associated with the qualitative reproduction of water resources, degradation of soils and pastures and forest loss. floods in the rainy season, justifying the need for such conservation practices. The financial attractiveness of payments for environmental services is analyzed from two parameters of use of sources of financial resources, a saber, the utilization of IPTU percentage and the reference to payment availability, for the services being used. in Itajubá. The results show that the use of isolated financial resources is unattractive, evidencing the need to associate sources of resources and showing greater attractiveness when the number of participants is reduced to 200.

**Keywords:** *Degradation. Conservation. Compensation*

## INTRODUÇÃO

ONU (2018) estima que o planeta tenha aproximadamente 7 bilhões de pessoas contribuindo de forma negativa ao ecossistema e exercendo pressão sem precedentes no recursos naturais.

Ações antrópicas como o desmatamento crescente em florestas, degradação do solo, poluição e uso indiscriminado dos recursos hídricos, são inerentes ao desenvolvimento, com isso é necessário que estas ações sejam realizadas de maneira a minimizar o dano e, quando necessário que ocorra a recuperação ambiental.

Neste contexto, surge o termo serviço ambiental (SA) definido como os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas, incluindo serviços de provisão, tais como alimentos e água, de regulação como o controle de inundações, secas, degradação do solo, de serviços de suporte, como formação do solo e ciclagem

de nutrientes, e de serviços culturais, como de lazer, espiritual, entre outros (COSTANZA *et al.*, 1997; DE GROOT *et al.* 2002; MEA, 2005; NOVION, 2010; PEIXOTO, 2011; MURADIAN *et al.*, 2013, entre outros).

E o pagamento por serviços ambientais (PSA), como transação voluntária, na qual um serviço ambiental bem definido, ou um uso da terra que possa assegurar este serviço, é adquirido por, pelo menos, um comprador de no mínimo, um provedor, sob a condição da provisão do serviço (WUNDER, 2005; GELUDA, 2005; ALTMANN, 2008; NOVION, 2010; ANA, 2018; entre outros).

De acordo com Blas *et al.* (2013) o PSA tem se tornado uma ferramenta cada vez mais popular para o gerenciamento ambiental, complementando as ferramentas políticas que anteriormente eram amplamente focadas em medidas de controle.

Segundo Wunder (2005) um programa de PSA deve obedecer a cinco critérios: existência de um serviço ambiental bem definido, existência de pelo menos um vendedor e de um comprador para o serviço oferecido, transações voluntárias entre ambos os vendedores/compradores e pagamentos sobre os serviços ambientais.

O presente trabalho tem como objetivo principal a análise de viabilidade do PSA no município de Itajubá nos seus mais diversos aspectos, com enfoque principal na análise da potencialidade do município na recepção de programas de PSA, principalmente no que diz respeito a área útil disponível para o implemento do PSA e de possíveis fontes de obtenção de recursos financeiros, através de dois cenários principais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área e Estudo

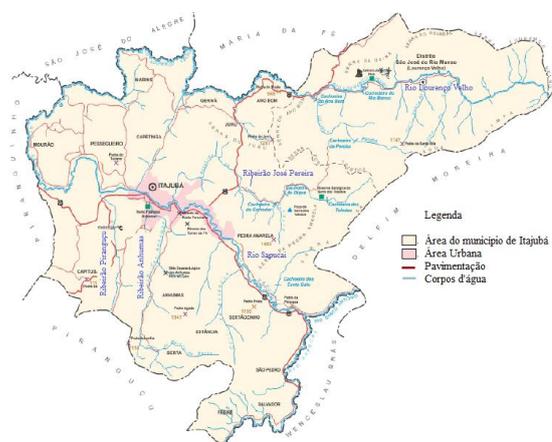
De acordo com a Prefeitura Municipal de Itajubá (2017) a cidade situa-se no sul do estado de Minas Gerais, numa altitude de 1.746 metros no seu ponto mais alto e de 830 metros no ponto mais baixo, ocupando uma área de 290,45 km<sup>2</sup>, sendo 219,75 km<sup>2</sup> de área rural e 70,70 km<sup>2</sup> de área urbana. A população de

aproximadamente, é de 97000 habitantes (IBGE, 2018), numa taxa anual de crescimento de 1,26%.

O território apresenta-se plano (10%), ondulado (12%) e montanhoso em sua maior parte (78%). A cidade é atravessada pela BR459 e tem como principal fonte de recursos hídricos o rio Sapucaí, seguido dos rios Lourenço Velho, ribeirão José Pereira, ribeirão Anhumas, ribeirão Piranguçu, entre outros, (Figura 1).

**Figura 1 Delimitação municipal, rio Sapucaí e afluentes.**

**Fonte: Prefeitura municipal de Itajubá (2017).**



A cobertura vegetal primitiva está sendo continuamente devastada, desde a época dos primeiros colonizadores, onde atualmente observam-se apenas algumas manchas das florestas.

Com o processo de urbanização ocorreu o crescimento e expansão, tendo o início do desenvolvimento industrial a

partir da década de 70, dos ramos mecânico e eletroeletrônico.

Os problemas ambientais não se limitam ao desmatamento, podendo ser incluídas as queimadas e a contaminação dos cursos da água por efluentes industriais e domésticos, etc.

### **Metodologia de análise de viabilidade**

A metodologia de análise da viabilidade aplicada nesse trabalho se dá através da atratividade financeira onde foram desenvolvidos dois cenários hipotéticos como principais fontes de obtenção de renda.

O primeiro cenário é baseado no princípio em que todos são responsáveis na manutenção do meio ambiente, com isso, sugere à disposição a pagar dos munícipes, pelos benefícios associados aos serviços ambientais que seriam, principalmente, no sentido de recuperação da mata nativa, algo semelhante ao proposto por Machado (2010).

Com isso surge a necessidade de se encontrar a área útil, ou seja, a área disponível no município para as futuras ações de preservação, que prestariam o serviço ambiental nas suas modalidades. Algo realizado a partir de informações do IBGE sobre a porcentagem de área rural do município.

Após a determinação dessa área, pode ser realizado o desconto das áreas rurais com edificações encontrada pela Equação 1, onde se obtém a área real, onde o SA pode ser estabelecido.

$$Sre = Ph \times Sr \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

$Sre$  = Área rural edificada [km<sup>2</sup>];

$Ph$  = porcentagem de área com edificações [%];

$Sr$  = área rural [km<sup>2</sup>].

Pela falta de informações recentes da população da área rural e da área urbana da cidade de Itajubá, uma projeção através de dados anteriores disponibilizados pode ser feita, utilizando a média aritmética dos valores percentuais das populações, projetando para a data atual, assim encontra-se o valor de porcentagem média da população rural através da Equação 2.

$$Ppr_{média} = (Pi + \dots + Pn)/n \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

$Ppr_{média}$  = Porcentagem média de população rural [%];

$Pi$  = Porcentagem de população no ano inicial [%];

$Pn$  = Porcentagem de população no ano final [%].

Encontrando a população rural do município através da Equação 3.

$$Pr = Ppr_{média} \times Pt_{2017} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

$Pr$  = População rural [adimensional];

$Pt_{2017}$  = População total de Itajubá em 2017 [adimensional].

Finalmente, pode-se estimar o número de propriedades rurais através da Equação 4.

$$NP_{zr} = Pr / M_{hr} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde:

$NP_{zr}$  = Número de propriedades na zona rural [adimensional];

$M_{hr}$  = moradores por habitação rural [adimensional].

De maneira semelhante pode ser encontrada a população urbana de Itajubá descontando a população rural do total, conforme Equação 5.

$$NH_{au} = Pt_{2017} - Pr \quad \text{Eq. 5}$$

Onde:

$NH_{au}$  = Número de habitantes da área urbana [adimensional].

Após isso pode ser determinado o número de habitações ou propriedades urbanas da cidade a partir da Equação 6.

$$NP_{au} = NH_{au} / M_{h_{au}} \quad \text{Eq. 6}$$

Onde:

$NP_{au}$  = Número de propriedades na área urbana [adimensional];

$M_{h_{au}}$  = Moradores por habitação na área urbana [adimensional].

Enfim pode ser determinado o número de moradias do município pela soma das propriedades da zona rural e urbana, conforme Equação 7.

$$TMI = NP_{au} + NP_{zr} \quad \text{Eq. 7}$$

Onde:

TMI = Total de moradias de Itajubá [adimensional].

A partir do TMI pode-se aplicar a metodologia de disposição a pagar (DAP), aplicando o valor encontrado e descrito por Machado (2010), aonde em seu trabalho no município de São Carlos, chegou através de pesquisa de campo a um valor de R\$3,02 ao mês. Obtendo-se assim o valor do Recurso Financeiro mensal e anual, utilizando a Equação 8.

$$RF = n \times TMI \times DAP \quad \text{Eq. 8}$$

Onde:

$RF$  = Recursos financeiros [R\$];

$n$  = número de meses [adimensional];

$DAP$  = valor em reais da disposição a pagar [R\$].

Pode-se definir o valor do pagamento para cada propriedade rural considerando que todas as propriedades participassem dos programas de PSA, através da Equação 9.

$$VA = RF/NP_{zr} \quad \text{Eq. 9}$$

Onde:

VA = Valor anual por propriedade [R\$].

Considerando que nem todos proprietários rurais estariam dispostos a participar dos programas de PSA, pode-se definir diferentes números participantes, por exemplo, aplicando a mesma proporção do interesse ao tema, de 56%, encontrada por Machado (2010), ao total de propriedades rurais, conforme Equação 10.

$$NP_p = NP_{zr} \times P_{DAP} \quad \text{Eq. 10}$$

Onde:

$NP_p$  = Número de propriedades participantes [adimensional];

$P_{DAP}$  = Porcentagem de aceitação de DAP [adimensional].

E através da Equação 9, definir o novo valor recebido por cada propriedade rural participante dos projetos.

Com a mesma consideração feita sobre o número de participantes dos programas de PSA, o número de participantes é reduzido para 200, valor suposto, realizando a mesma análise e utilizando a Equação 9 encontra-se a compensação financeira.

A segunda metodologia de obtenção de recursos é a prevista por Wunder (2005), Whately (2008), ANA

(2009) e Machado (2010) que citam como possíveis fontes de financiamento dos projetos de PSA, porcentagens do orçamento municipal. Neste trabalho, a fonte de recurso proposta é oriunda do IPTU pago pelos munícipes, variando faixas de porcentagens, a saber, 1%, 3% e 5%.

Uma vez que, o valor do IPTU para o presente ano não foi disponibilizado, pode ser feita uma projeção do valor com base nas contribuições de anos anteriores, a partir da regressão linear da contribuição em função do tempo, como apresentado na Equação 11.

$$IPTU_A = 6,33 \times 10^5 \times (A) - 12,68 \times 10^8 \quad \text{Eq. 12}$$

Onde:

$IPTU_{ano}$  = Valor em reais de arrecadação com IPTU no ano corrente [R\$];

A = Ano de referência [adimensional].

Finalmente aplicando a Equação 13, o valor do recurso financeiro disponível através da contribuição do IPTU pode ser definido para os três percentuais supostos anteriormente, com a Equação 12.

$$IPTU_{PSA} = i \times IPTU_{2018} \quad \text{Eq. 12}$$

Onde:

$IPTU_{PSA}$  = Valor de IPTU destinado para o PSA [R\$];

$i$  = Porcentagem do IPTU destinado para o PSA [%];

Definindo os mesmos números de participantes conforme cenário anterior e aplicando a Equação 9 os valores por propriedade puderam ser encontrados.

Assim foi possíveis obter estimativas iniciais dos valores dos pagamentos a cada propriedade para os dois cenários supracitados e para cada uma das situações do número de participantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Itajubá possui a maior parte de sua área ainda rural, e a degradação ocorrida com o passar dos anos, somada com o crescimento populacional com consequente ocupação dos solos, tem se mostrado preocupantes. Nesse contexto alguns serviços ambientais podem auxiliar na recuperação e conservação ambiental, minimizando os efeitos negativos sobre a cidade.

Analisando a área útil no município para a aplicação dos programas de PSA descritos, sem dúvidas observa-se um enorme potencial no seu implemento, uma vez que, possui 75% aproximadamente de área rural, que representam de 219 km<sup>2</sup>.

Supondo uma taxa de ocupação de 2.5% de edificações na área rural (10% da

ocupação urbana) e aplicando a Equação 1, a área edificada rural é de 5,475 km<sup>2</sup>, ou seja, área rural útil para aplicação dos programas de PSA de aproximadamente, 213 km<sup>2</sup>, bastante representativa.

Aplicando a Equação 2, com apoio dos dados de ocupação rural (IPEA, 2010), onde se observa a evolução dos percentuais de população rural e urbana nos anos de 1991, 2000 e 2010, e pode-se obter a taxa percentual média de ocupação da zona rural de 8,43.

Aplicando essa taxa na Equação 3, pode ser encontrada a população rural de Itajubá de 8177 pessoas.

Estabelecendo o valor de 5 habitantes por moradia na zona rural de Itajubá, resulta no número de propriedades rurais, após o desenvolvimento da Equação 4, que é de 1635 propriedades.

Portanto, como uma estimativa inicial, o potencial de aplicação do PSA pelo número de propriedades no município se mostra relevante, ressaltando que nem todos teriam a possibilidade de participar dos programas de PSA, seja por falta de área útil ou por falta de interesse, já que os programas baseiam-se em ações voluntárias.

Tal estimativa, tanto de área como de número de propriedades, podem ser

utilizados como base a uma análise inicial que justifique o PSA no município, visto terem sido encontradas, de acordo com estas, situação bastante favorável na implementação.

Outra análise a se fazer é uma projeção, nesse mesmo contexto, com possíveis fontes de recursos financeiros para subsidiar os programas de PSA citados anteriormente. Para isso, neste trabalho, utiliza-se de cenários como possíveis fontes de obtenção de recurso.

O primeiro se baseia na disposição a pagar (DAP) como desenvolvido por Machado (2010).

Para isso é necessário determinar o número de habitantes da zona urbana, através da Equação 5, encontrando 88823 pessoas.

Análise semelhante do número de habitações pode ser feita para a área urbana, entretanto, o número suposto de habitantes por moradia é reduzido para 4 e calculado pela Equação 6, encontrando 22206 moradias. Somando ao número de moradias rurais encontra-se conforme Equação 7, o total de 23841 moradias.

Com isso, pode-se obter o valor anual de recursos financeiros pela Equação 8, de R\$863.998,00 ao ano. Contribuição essa que poderia ser feita através de

pagamento voluntário em fatura de água e esgoto por exemplo.

Aplicando a Equação 9 para os diferentes números de participantes citados anteriormente, se encontra o valor anual recebido por cada propriedade, conforme Tabela 1.

**Tabela 1 Valor anual por propriedade.**

| Nº participantes | Valor anual (R\$) / propriedade |
|------------------|---------------------------------|
| 1635             | 528,44                          |
| 916              | 943,23                          |
| 200              | 4319,99                         |

Os pagamentos de programas de PSA são feitos anualmente, então o valor de R\$4320 pode ser atraente, principalmente em propriedades que não são utilizadas para plantio e de famílias com situações financeiras desfavoráveis.

Desenvolvendo a segunda metodologia de obtenção de recursos utilizando porcentagens do IPTU, o valor total para o ano de 2019 desse imposto pode ser calculado pela Equação 11, e é de R\$9.907.419,79

O valor percentual do IPTU que poderia ser utilizado depende da situação do município, uma vez que, esse valor não pode alterar de maneira significativa o orçamento municipal, comprometendo assim outras responsabilidades.

Para as taxas percentuais supostas e a partir desse valor total calculado, pode-se encontrar o valor anual do recurso financeiro disponível, conforme Tabela 2.

**Tabela 2 Recurso Financeiro oriundo do IPTU.**

| Taxa percentual | Recurso Financeiro<br>(em R\$) |
|-----------------|--------------------------------|
| 1 %             | 99.074,19                      |
| 3 %             | 297.222,57                     |
| 5 %             | 495.370,99                     |

Para esses valores de Recurso financeiro é possível encontrar o valor anual por propriedade participante, conforme definidos e citados anteriormente, para cada uma das porcentagens do IPTU, como apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3 Valor anual por propriedade.**

| Nº<br>participantes | VA <sub>1%</sub><br>(R\$) | VA <sub>3%</sub><br>(R\$) | VA <sub>5%</sub><br>(R\$) |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1635                | 60,59                     | 181,79                    | 302,98                    |
| 916                 | 108,16                    | 324,48                    | 540,80                    |
| 200                 | 495,37                    | 1486,11                   | 2476,85                   |

Apesar de todos os cenários analisados se mostrarem não tão atrativos, deve-se considerar que, todos os cenários foram analisados como fonte única na obtenção de recursos. Se for considerada a possibilidade da associação no que tange a captação de recursos, o que é possível e viável, o implemento de um programa de

PSA no município de Itajubá, frente aos resultados obtidos, pode se mostrar mais atrativo.

## CONCLUSÕES

O implemento de um programa de pagamento por serviços ambientais no município de Itajubá, quando analisado o potencial de área e número de participantes, se mostra atrativo.

Não obstante, os benefícios associados aos programas de PSA podem representar uma melhora significativa na qualidade de vida na cidade. Com práticas que busquem a recuperação da vegetação nativa e dos solos, a melhora da qualidade do ar, efeitos positivos nos microclimas locais, bem como a diminuição do assoreamento dos rios, diminuição do processo de erosão, entre outros.

Embora a atratividade financeira não tenha sido a ideal, principalmente para elevado número de participantes e para porcentagens pequenas do IPTU, algo que poderia aumentar a atratividade é a obtenção de recursos de forma conjunta.

Algo recomendável é a realização de pesquisa de campo, com enfoque na disposição a pagar pelos serviços ambientais conforme metodologia aplicada por Machado (2010). Aplicando aos

moradores do município de Itajubá, questionários que apresentem o tema, que verifique qual a importância dada ao meio ambiente e se estariam de acordo com o pagamento mensal para ações de recuperação ambiental, estabelecendo, um valor real em que os munícipes estarão dispostos a contribuir mensalmente na fatura de água e esgotos.

Acredita-se que os programas de PSA necessários e amplamente discutidos, possam ser enfim aplicados no município, e que estes poderão representar importante passo no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável, com ações estabelecidas que certamente produzam benefícios imensuráveis a Itajubá principalmente a recuperação de vegetação nativa tendo consequências na minimização dos efeitos decorrentes da degradação ambiental.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Programa Produtor de Águas**, Brasília. ANA, 20p, 2009.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Pagamento por Serviços Ambientais. Unidade 1, curso ead, 2018.

ALTMANN, Alexandre. **Pagamentos por Serviços Ecológicos: uma estratégia para preservação e restauração da mata ciliar no Brasil?** Dissertação (Mestrado) — Universidade de Caxias do Sul, 2008.

BLAS, E.; WUNDER, S.; PÉRES, M. R.; SANCHEZ, R.P.M. Global patterns in the implementation of payments for environmental services. **PLoS ONE**, 2013.

CBH SAPUCAÍ. COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAPUCAÍ. Disponível em: <<http://www.cbhsapucaí.org.br/cbh/Pagina.do>>. Acesso 08/11/2018, às 18:12.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBERK, S.; GRASSO, M.; HANON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PRAUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTONK, P.; MARJAN BELT, M. V. The value of world's ecosystem services and natural capital. **Nature**. Washington D.C. v. 387, p. 253-260, may. 1997.

DE GROOT, R.S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A. Typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics** 41: 393-408, 2002.

FLAUZINO, B, K. **Degradação do solo pela erosão hídrica e Capacidade de uso em sub-bacia hidrográfica piloto no sul de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá - MG, 2012.

GELUDA, Leonardo; MAY, Peter Herman. **Pagamentos por serviços ecossistêmicos para manutenção de práticas agrícolas sustentáveis em microbacias do Norte e Noroeste Fluminense**. In: **Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica - ECOECO**, VI, 2005, Brasília. Anais. Brasília: ECOECO, v. 1, 2005.

IBAMA. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios** / Fátima Becker Guedes e Susan Edda Seehusen; Organizadoras. – Brasília: MMA, 2011. 272 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama da população de Itajubá, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/panorama>>. Acesso 25/11/2018.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Atlas do desenvolvimento Humano do Brasil**, 2010. Disponível em: <[http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_m/itajuba\\_mg](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/itajuba_mg)>. Acesso 25/11/2018.

KAEFER, L.Q. et al. **Projeto Sapucaí: Estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais: relatório final de geologia**. Brasília: DNPM/CPRM, Superintendência Regional de São Paulo, 1979. p.30-34.

MEA. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Relatório de avaliação do milênio, 2005**. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>>. Acesso 06/07/2018.

MACHADO, F. H. Valoração Econômica dos Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do manancial do Ribeirão do Feijão, São Carlos-SP. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Itajubá, 2010.

MURADIAN, R.; ARSEL, M.; PELLEGRINI, L.; ADAMAN, F.; AGUILAR, B.; AGARWAL, B.; CORBERA, E.; BLAS, E. D.; FROGER, G.; GARCIA-FRAPOLLI, E.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; GOWDY, J.; KOSOY, N. Payments for ecosystem services and the fatal attraction of win-win solutions. **Conservation Letters**, p. 274-279, 2013.

NORONHA, F. **Fotos da enchente de 2000 em Itajubá**. Blog Jornal À Janela, 2011.

NOVION, H. P. I. **O que são serviços ambientais?**. Incorporado a Unidades e Conservação. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org>>. Acesso 08/11/2018 às 15:04.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Perspectiva global, reportagens humanas**. ONU News. Disponível em: <

<https://news.un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes>>. Acesso 25/07/2018.

PEIXOTO, M. **PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS – Aspectos teóricos e proposições legislativas.** Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. Informações. Disponível em: <<http://www.itajuba.mg.gov.br/>>. Acesso 08/11/2018, às 13:53.

STEFFEN, W., RICHARDSON, K., ROCKSTRÖM, J., CORNELL, S. E., FETZER, I., BENNETT, E. M., FOLKE, C.. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855, 2015.

TESOURO NACIONAL. Siconfi. Contas Anuais. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=itajuba/MG-Imposto--IPTU:-Veja-a-receita-tributaria-no-seu-municipio>>. Acesso 25/11/2018.

WHATELY, M. **Serviços ambientais: conhecer, valorizar e cuidar – subsídios para proteção dos mananciais em São Paulo.** São Paulo. Instituto Socioambiental, 119 p, 2008.

WUNDER, S. **Payments for environmental services: Some nuts and bolts.** Bogor, Indonesia. CIFOR, 200. P. 24. 2005.

## BALANÇO HÍDRICO PARA A REGIÃO CAFEEIRA DAS MATAS DE MINAS

THALYTA VAREJAO MIRANDA  
CAROLINA JARAMILLO-GIRALDO

### Resumo

*Balanço Hídrico climatológico (BH) é um cálculo comumente usado em agronomia como um computo dos fluxos de água no solo, e análise de déficit e excesso hídrico. Entretanto, esse cálculo é prejudicado pela falta séries contínuas de dados como de precipitação pluvial, que é a principal entrada do BH. Esse trabalho objetivou identificar quando ocorreram eventos de deficiência hídrica em Viçosa, Caparaó e Caratinga que podem afetar a produtividade da cultura. Os principais componentes do modelo foram usados como a evapotranspiração, precipitação efetiva e capacidade de água em solo vegetado. O armazenamento hídrico no solo nesses municípios foi inferior a 20 milímetros (mm) em 51 (21,93%), 95 (41,6%) e 80 (35%) meses, nos 216 meses analisados. A maior ocorrência dos eventos de déficit hídrico está dentro dos valores das normais climatológicas da região, e ocorreram nos meses de inverno seco, quando geralmente o cafeeiro entra em estado de repouso. Em contrapartida, os eventos de deficiência hídrica durante o verão chuvoso foram esporádicos em janeiro, e nesse mês mais frequentes em Caparaó. Os resultados do BH corroboram as condições ideais das Matas de Minas para a cultura do cafeeiro e geram informações para tomadas decisões mais eficientes.*

**Palavras chave:** *Balanço hídrico cafeeiro. Matas de Minas. Serie continua climatológica*

### Abstract

*Soil Water Balance Climatology (WBC) is a calculation that used with agronomist objectives by it is a tool that computer water flux on the soil. However, its estimation may weaken by gaps a continuous series as rainfall variable, which is the primary input to the WBC model. Our objective was to identify through WBC, when water deficiency events occurred in the municipalities of Viçosa, Caparaó, and Caratinga, in Matas de Minas that can prejudice the productivity coffee cultivation. The essential components for WBC used as crop evapotranspiration, throughfall, and Water Available to Plant Roots. Soil water storage in Caparaó, Caratinga, and Viçosa was less than 20 mm in 51 (21.93%), 95 (41.6%) and 80 (35%) of the 216 months analyzed. The occurrence of water deficit events was within of a range considered normal climatic to the region; generally, in the dry winter months, the coffee plants usually go to rest. On the other hand, the number of water deficiency occurrences in rainy summer was sporadic for January, in this month in Caparaó were more events than of the other municipalities analyzed. The results of WCB corroborate as ideal Matas Minas weather conditions for coffee cultivation, and with that information can make more efficient decision-making.*

**Keywords:** *Coffee Soil Water Balance Climatology. Matas de Minas, Climatology continued serie*

## INTRODUÇÃO

Localizada no sudeste de Minas Gerais, a região das Matas de Minas é uma grande produtora de café, marcada pela presença de pequenos cafeicultores, onde a cafeicultura tem contribuído para a formação da identidade regional (VILELA; RUFINO, 2010). Nessa região, os notáveis resultados produtivos estão atrelados ao clima e relevo da região, que são propícios ao bom desenvolvimento das lavouras cafeeiras, sobretudo da espécie arábica.

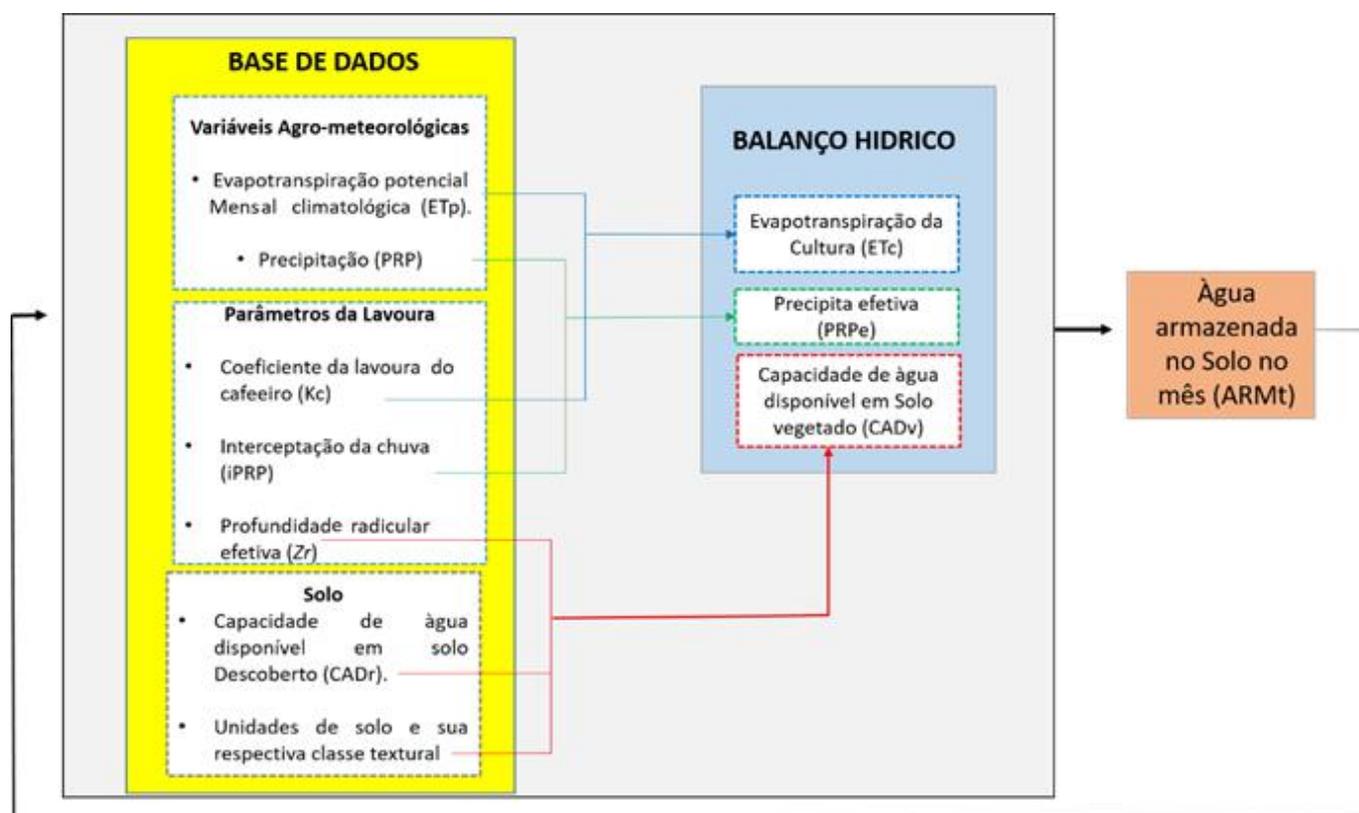
Uma característica dessa região é a topografia montanhosa e irregular, que contribui para a qualidade de seus cafés, que é reconhecida nacionalmente (FERREIRA et al., 2016a; FERREIRA et al., 2016b). As lavouras cafeeiras nas Matas de Minas estão localizadas em morros, cujas altitudes oscilam entre 600 a 1.200 metros (ZAIDAN et al., 2017). Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2016, todos os sessenta e três municípios que compõem essa região produziram café, o que expressou o grande potencial agrícola desses municípios.

Uma ferramenta comumente usada para identificar o potencial agrícola de uma região é o Balanço Hídrico climatológico (BH), que de acordo com Tomassela; Rossato (2005), é o cálculo dos fluxos de água em uma porção de solo, cuja principal função é servir como base para a classificação climática de determinado local. O cálculo do BH gera informações importantes para desenvolver modelos de produção da cultura com base em parâmetros agrometeorológicos.

Esses modelos podem ser excelentes ferramentas para tomar decisões em contexto como de irrigação ou adubação, e responder questões sobre quais são os melhores meses para a lavoura de acordo com a história climática da região. No entanto, para que o BH tenha aplicabilidade e concordância, a série de registros de normais climatológicas (que deve ter no mínimo 30 anos de observações) tem que ser contínua e considerar especialmente a precipitação pluvial, que é a principal variável de entrada ao modelo do BH.

O objetivo desse trabalho foi identificar os eventos de deficiência hídrica ocorridos entre janeiro a março de 1982 a 2000, a partir do balanço hídrico com escala mensal, nos municípios Caratinga, Caparaó e Viçosa, considerando como parâmetros de cálculo as características dos

O Balanço Hídrico (BH) ao nível mensal foi proposto por Thornthwaite em 1948, modificado por Mather em 1955, e nomeado como Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather (THORNTHWAITE; MATHER, 1955).



solos dessas localidades, dados de precipitação, evapotranspiração, e a capacidade de água disponível (CAD) no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O modelo (Figura 1) foi elaborado para calcular o BH e ajustado de acordo com as condições agrometeorológicas nos municípios da região das Matas de Minas considerando o cultivo de café da espécie arábica.

**Figura 1.** Fluxograma com os componentes básicos para o balanço hídrico. ETc, PRPe e CADv, estimados a partir da interação das variáveis agrometeorológicas, parâmetros da

cultura e características físicas no solo ao nível mensal para lavoura adulta de café arábica nas Matas de Minas (MG).

No BH a Evapotranspiração da cultura -  $ET_c$  (Figura 1) foi estimada considerando o ajuste da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), com um coeficiente empírico que representa a condição do cafezal, que é o coeficiente de cultura ( $K_c$ ).

Os três municípios selecionados possuem estações meteorológicas convencionais (EMC) com mais de 30 anos de dados registrados diariamente, que compõem as normais climatológicas locais.

Os valores mensais de  $ET_o$  para cada município foram consultadas do Banco de dados climáticos do Brasil, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, conforme o elaborado por Sentelhas, 2003. Tais dados foram calculadas a partir de uma série de informações meteorológicas no período de 1961 a 1990. Por outro lado, os valores do coeficiente da lavoura ( $K_c$ ) foram estimados por Sentelhas; Angelocci (2012),

para o café arábica variedade Catuaí adulto a nível mensal.

Para conservar a variabilidade sazonal foram usados os mesmos valores de  $ET_o$  e  $K_c$  de cada mês a longo dos dezoito anos de análise.

Contudo, ao calcular a Precipitação efetiva -  $PRPe$ , a notou-se que a precipitação mensal variou ao longo dos 216 meses. Então foi usada a série mensal de dados das EMC do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) registrados em cada município. Todavia esses registros, tem muitos valores inexistentes, por isso para ter continuidade na série de dados de PRP, foram utilizados dados de reanálise da base do *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation With Station Data* (CHIRPS), disponível em <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps/>.

Dados de reanálise são produtos que reportam uma estimativa de precipitação espaço-temporal para o monitoramento de chuvas ou secas, obtidos a partir de imagens de satélites do canal infravermelho do *Tropical Rainfall Measuring Mission Multi-Satellite* (TRMM 3B42 v7), com resolução espacial

de 5 km, e resoluções temporais de 1, 5, 10 e 30 dias, a partir de 1981 (FUNK et al., 2015).

Para avaliar a similaridade entre os dados das EMC e os da base de dados CHIRPS, foram realizadas as seguintes análises estatísticas: Índice de

concordância (D) de Willmont, medida da raiz do erro quadrático médio (RMSE sigla em inglês), do erro médio e absoluto (EM e MAE - siglas em inglês) e o coeficiente de massa residual (CMR), conforme a Tabela 1.

| Estação   | D    | RMSE (mm) | EM (mm) | MAE (mm) | CMR (mm) |
|-----------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Caratinga | 0,89 | 61,15     | 243,39  | 2,54     | 0,03     |
| Caparaó   | 0,80 | 73,60     | 292,45  | 21,01    | 0,21     |
| Viçosa    | 0,87 | 64,08     | 313,62  | 8,21     | 0,07     |

**Tabela 1.** Análise estatística da comparação dos dados observados da precipitação das Estações Meteorológicas Convencionais (EMC) e os dados do Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data (CHIRPS).

Os dados de reanálise do CHIRPS subestimaram os valores das EMC, especialmente no município de Caparaó, mas, para os outros municípios a oscilação do erro foi aceitável (Tabela 1), o que possibilitou o uso dos dados do CHIRPS para reconstrução da série histórica de precipitação com o preenchimento dos valores inexistentes de cada EMC.

No cálculo da Precipitação efetiva (PRPe), Figura 1, foi considerado o fator constante de 7,6% de interceptação da chuva por parte do dossel da lavoura adulta de café (Velásquez; Jaramillo, 2009),

A classe de solo predominante na região é a Latossolo vermelho-amarelo-amarelo, conforme o mapa dos solos de Minas Gerais (UFV - CETEC; UFLA -

FEAM, 2010), classe com solo profundo e bem drenado. Portanto, a capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) estimada para os três municípios foi de 130mm/m. Por outro lado, a profundidade efetiva (Zr) das raízes do cafeeiro considerada foi de 0,5 metros. Geralmente nessa profundidade encontram-se cerca de 90% das raízes finas do café (PEREIRA, A.R. et al., 2008a; PEREIRA, A.R. et al., 2013b).

As variáveis de solo CAD e Zr foram usadas para estimar a Capacidade de Água Disponível em Solo vegetado - CADv (Figura 1) com valor constante para os 216 meses de análise.

No modelo do BH, considerou-se a lavoura de café na fase adulta, que

permanece constante ao longo da execução deste BH.

A análise da Água armazenada no Solo (ARMt) teve início depois que o ARMt atingiu um valor máximo (capacidade de campo) em 1982. Posteriormente, a variação mensal do ARMt foi atribuída exclusivamente às variáveis agrometeorológicas de entrada no modelo, especialmente precipitação, parâmetros da lavoura e classe de solo.

Com os valores mensais de água disponível no solo para o café, nos três municípios, de 1982 a 2000, notou-se que os meses de dezembro a janeiro são

caracterizados pelo verão chuvoso e per

odo que ocorre o crescimento dos frutos de café. Durante essa etapa, a produção pode ser comprometida se a capacidade de água

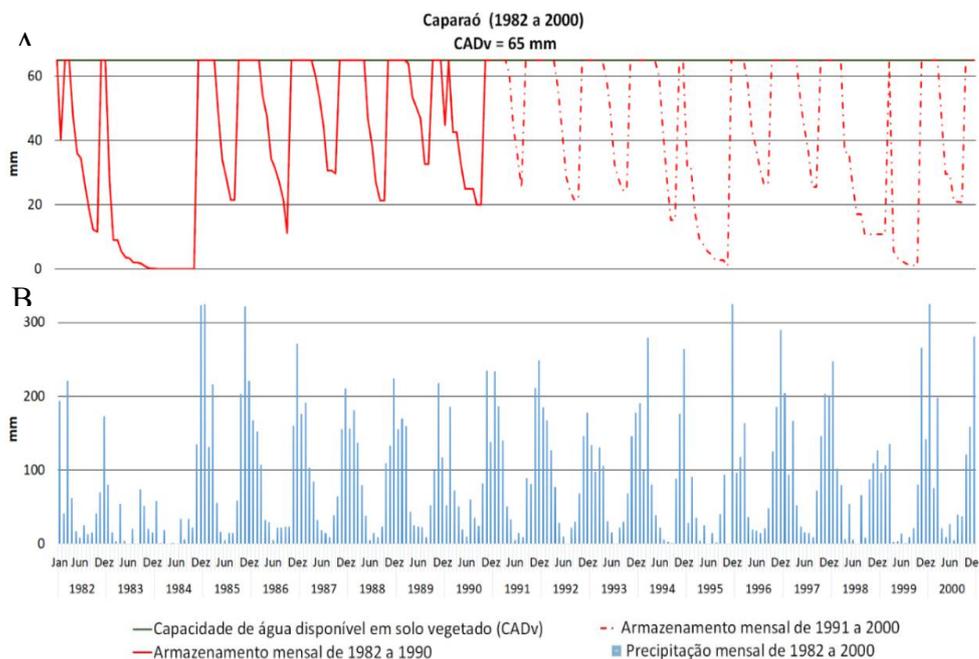
disponível em solo vegetado (CADv) for inferior à 0,9 mm.

A deficiência hídrica (DH), é a relação entre o armazenamento (ARM) e a capacidade de água disponível em solo vegetado (CADv), com o modelo do BH analisou-se a frequência de ocorrência

desses eventos de déficit hídrico, por ano em cada município.

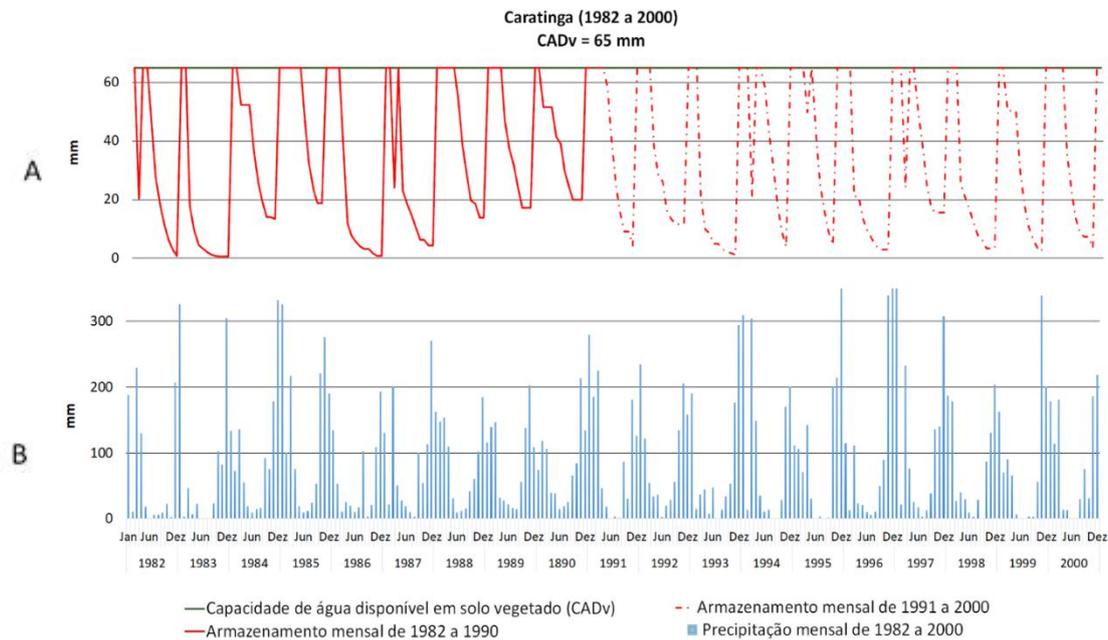
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 2, 3 e 4, são apresentados volumes das chuvas mensal



(em milímetros) ocorridas entre 1982 a 2000, bem como a água disponível para

o café, o armazenamento de água (em mm), e os resultados do cálculo do Balanço



Hídrico (BH), dos municípios de Caparaó,  
Caratinga e Viçosa.

**Figura 2.** Variabilidade da água disponível para o café (mm) (A), e precipitação (mm) (B) em Caparaó (MG).

**Figura 3.** Variabilidade da água disponível para o café (mm) (A), e precipitação (mm) (B) em Caratinga (MG).

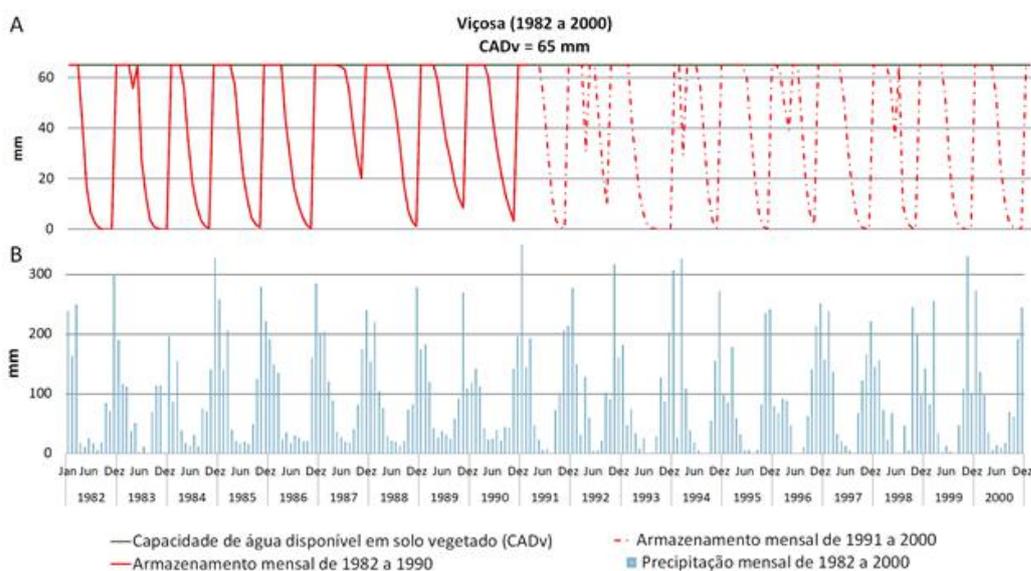
**Figura 4.** Variabilidade da água disponível para o café (mm) (A), e precipitação (mm) (B) em Viçosa (MG).

Pode ser observado nas figuras 2A, 3A e 4A, que a linha continua só ocorreu até 1990, representando o período com valores médios normais de ETo, obtidos por Sentelhas et al. (2003).

Com a série de precipitação construída com os dados de reanálise do

Destaca-se que os primeiros eventos de chuva (que normalmente ocorrem em forma de pancadas), foram registrados em setembro, caracterizando o fim da estação mais seca do ano, ocorrida entre junho e setembro.

Também é comum que, algumas



CHIRPS, pode-se observar nas Figuras 2B, 3B e 4B, que a estação chuvosa ocorreu entre outubro a março, sendo o trimestre novembro a janeiro, normalmente o mais chuvoso.

vezes, o mês de fevereiro o apresente e volume de chuvas inferior à janeiro e março, devido ao maior número de períodos de estiagem nesse mês (Tabela 2), chamados de veranicos.

| Mês       | Cidade    | Ano  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TOTAL |
|-----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|           |           | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |       |
| Janeiro   | Caparaó   |      | 1    |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      | 1    |      |      |      | 1    |      |      | 4     |
|           | Caratinga |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1     |
|           | Viçosa    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0     |
| Fevereiro | Caparaó   | 1    | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      | 1    |      |      | 4     |
|           | Caratinga | 1    | 1    | 1    |      | 1    | 1    |      | 1    |      |      | 1    | 1    |      | 1    | 1    |      | 1    | 11   |       |
|           | Viçosa    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    |      | 1    |      |      |      | 3    |       |
| Março     | Caparaó   | 1    | 1    |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |      | 1    | 5     |
|           | Caratinga |      | 1    |      |      | 1    |      |      | 1    |      | 1    | 1    |      | 1    | 1    |      | 1    | 1    | 9    |       |
|           | Viçosa    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    |      |      |      | 1    |      |      | 3    |       |

**Tabela 2.** Número de ocorrência de deficiência hídrica e os anos em que ocorreram no período de janeiro, fevereiro e março, nas localidades de Viçosa, Caratinga e Caparaó.

Sendo o armazenamento de água no solo (ARM) calculado para a profundidade em que se encontra o maior volume das raízes do cafeeiro absorvendo a água do solo, foram contabilizadas as ocorrências de eventos nos quais o ARM (água disponível para a planta), foi inferior à 20 mm ao longo do período analisado.

Desse modo, Caparaó, Caratinga e Viçosa apresentaram, respectivamente, 51 (21,93%), 95 (41,6%) e 80 (35%) meses com ARM inferior à 20 mm.

A maior ocorrência dos eventos de déficit hídrico está dentro dos valores que podem ser consideradas normais climatológicas da região, e ocorreram nos meses de inverno seco, quando geralmente as plantas de café entram em estado de repouso.

Na Tabela 2, são apresentados o número de ocorrência de eventos de déficit hídrico, e o ano com verão chuvoso da

região. Observou-se que durante janeiro, esses eventos foram esporádicos, e mais frequentes no Caparaó do que nos demais municípios analisados.

Na região das Matas de Minas, o trimestre de janeiro a março é o principal no período fenológico, que influencia diretamente o desenvolvimento do cafeeiro, é nesse período que ocorre o crescimento do fruto do café. Durante essa fase, uma pequena deficiência hídrica pode alterar as prioridades das plantas em relação à quantidade, e distribuição dos fotoassimilados encaminhados para o desenvolvimento dos frutos (PEREIRA et al., 2008a). Tal fato ressalta a importância dos estudos agroclimatológicos.

## CONCLUSÕES

A baixa ocorrência de eventos de déficit hídrico e a chuva bem distribuída ao longo do ano, principalmente em janeiro

(quando ocorre o desenvolvimento do fruto do café arábica), expressa que a sazonalidade hídrica da região é ideal ao cultivo do café arábica.

As informações obtidas a partir do cálculo do Balanço Hídrico (BH) são fundamentais para estudos em agricultura sustentável, e podem auxiliar nas práticas de manejo da lavoura, tornando-as mais eficientes. O cálculo do BH também é importante ao desenvolvimento de modelos de produção de culturas agrícolas, como o café, com base em parâmetros

agrometeorológicos como evapotranspiração e estresse hídrico.

### AGRADECIMENTOS

Aos doutores. Williams Pinto Marques Ferreira e Marcelo de Freitas Ribeiro pelas orientações e apoio, à EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), e à Universidade Federal de Viçosa.

### REFERÊNCIAS

FERREIRA, W. P. M. et al. Effects of the Orientation of the Mountainside, Altitude and Varieties on the Quality of the Coffee Beverage from the “Matas de Minas” Region, Brazilian Southeast. *American Journal of Plant Sciences*, v. 07, n. 08, p. 1291–1303, 2016a.

FERREIRA, W. P. M. et al. O Clima para a cafeicultura na região das Matas de Minas. *Revista Campo & Negócio*, p. 74–75, 27 abr. 2016b.

FUNK, C. et al. The climate hazards infrared precipitation with stations - a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific data*, v. 2, p. 150066, 2015.

PEREIRA, A. R.; DE CAMARGO, Â. P.; DE CAMARGO, M. B. P. *Agrometeorologia dos Cafezais no*

Brasil. Campinas - São Paulo: [s.n.], 2008a.

PEREIRA, A. R.; SEDIYAMA, G. C.; NOVA, N. A. V. Água Armazenada no Solo. In: FUNDAG (Ed.). *Evapotranspiração*. [sul: s.n.]. p. 70–88, 2013b.

SENTELHAS, P. C. et al. Banco de dados climáticos do Brasil. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdc/lima/>, 2003.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. *Balanço Hídrico Climatológico Normal e Sequencial, de Cultura e para Manejo da Irrigação*. Piracicaba, ESALQ/USP, 2012. TOMASELLA, J.; ROSSATO, L. *Balanço hídrico*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo, 2005.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.

Universidade Federal de Viçosa – CETEC; Universidade Federal de Lavras - FEAM. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: 07 de jan. de 2018.

VELASQUEZ, S.; JARAMILLO, A. Redistribución de la lluvia en diferentes

coberturas vegetales de la zona cafetera central de Colombia, 2009.

VILELA P. S., RUFINO, J. L. S. Caracterização da cafeicultura de montanha de Minas Gerais. Belo Horizonte: INAES, 2010. 300 p.: il. (Estudos INAES. Cadeias Produtivas. Café, 1).

ZAIDAN, Ú. R. et al. Ambiente e variedades influenciam a qualidade de cafês das matas de minas. **Coffee Science**, v. 12, n. 2, p. 240, 4 jun. 2017.

## ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO BURANHÉM

DIEGO SANTOS DE ANDRADE

### Resumo

A maioria dos problemas decorrentes da intensa e diversificada exploração dos recursos hídricos é causada, principalmente, pela forma com que os mesmos estão sendo utilizados. Quando o assunto é a disponibilidade hídrica, o Brasil dispõe do maior potencial hídrico do mundo, o que corresponde a uma reserva de aproximadamente 12% do total existente no planeta. Apesar de possuir uma ampla quantidade de água doce, o território brasileiro tem enfrentado sérios problemas hídricos, principalmente relacionados a qualidade de suas águas. Diante deste contexto, estudos como os de análise de qualidade de água são fundamentais para garantir uma melhor compreensão dos recursos hídricos. Dessa forma, com o objetivo de contribuir para o monitoramento ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Buranhém (BHRB), este trabalho objetiva analisar a qualidade da água do rio Buranhém, localizado no município de Porto Seguro, Bahia. Para este fim, foram analisados os parâmetros físico-químicos Turbidez, Condutividade, pH, Temperatura, Sólidos Dissolvidos Totais, Oxigênio Dissolvido, Clorofila a, Nitrito, Nitrito, Fosfato, Amônia e Demanda Bioquímica de Oxigênio. Dentre os resultados obtidos, verificou-se que o rio Buranhém apresenta valores fora do legislado pra OD (3,28 e 4,59 mgL-1), DBO (5,74 e 6,17 mgL-1) e pH (9,10 e 9,83), estando relacionados ao lançamento de efluentes. Dessa

forma é de suma importância a adoção de medidas que visem à manutenção da qualidade dos recursos hídricos da região.

**Palavras-chave:** *Degradação Ambiental; Recursos Hídricos; Ação Antropogênica; Impacto Ambiental.*

### **Abstract**

*Most of the problems arising from the intense and diversified exploitation of water resources are mainly caused by the way they are being used. When it comes to water availability, Brazil has the largest water potential in the world, which corresponds to a reserve of approximately 12% of the total existing on the planet. Despite having a large amount of fresh water, the Brazilian territory has faced serious water problems, mainly related to the quality of its waters. In this context, studies such as water quality analysis are fundamental to ensure a better understanding of water resources. Thus, in order to contribute to the environmental monitoring of the Buranhém River Basin, this paper aims to analyze the water quality of the Buranhém River, located in Porto Seguro, Bahia. For this purpose, the physical-chemical parameters Turbidity, Conductivity, pH, Temperature, Total Dissolved Solids, Dissolved Oxygen, Chlorophyll a, Nitrite, Nitrate, Phosphate, Ammonia and Biochemical Oxygen Demand were analyzed. Among the obtained results, it was verified that the Buranhém river presents values outside the legislated for OD (3.28 and 6.87 mgL<sup>-1</sup>), BOD (2.01 and 6.17 mgL<sup>-1</sup>) and pH (6, 87 and 9,83), being related to the discharge of effluents. Thus, it is extremely important to adopt measures aimed at maintaining the quality of water resources in the region.*

**Keywords:** *Environmental degradation; Water resources; Anthropogenic action; Environmental impact.*

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil é considerado um dos países com maior potencial hídrico do mundo, pois detém aproximadamente 12% de toda a água doce do planeta. Porém, apesar dessa grande disponibilidade hídrica, parte de sua água tem sido degradada devido a atividades humanas (PEREIRA JÚNIOR, 2004; TUNDISI, 2014) dentre as quais pode-se destacar o uso e a ocupação do solo sem o devido acompanhamento de infraestrutura básica, a agricultura e a agropecuária, o desmatamento de matas ciliares e o lançamento de efluentes domésticos e industriais (TUNDISI, 2014).

Dentre os rios brasileiros que vêm sofrendo degradação antropogênica, tem-se

o Buranhém, rio federal de grande importância devido ao seu papel no suprimento de água de diversas cidades que permeia (AZEVEDO et al., 2016).

Atualmente, devido à escassez hídrica no extremo Sul da Bahia, o Buranhém está sendo apontado como o próximo manancial a integrar a oferta de água da cidade de Porto Seguro, por isso é relevante saber suas principais características e a qualidade de sua água (ANA, 2019). Diante desse contexto e visando a necessidade de contribuir para o monitoramento ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Buranhém (BHRB), este trabalho objetiva verificar a qualidade

da água do rio Buranhém em Porto Seguro, BA.

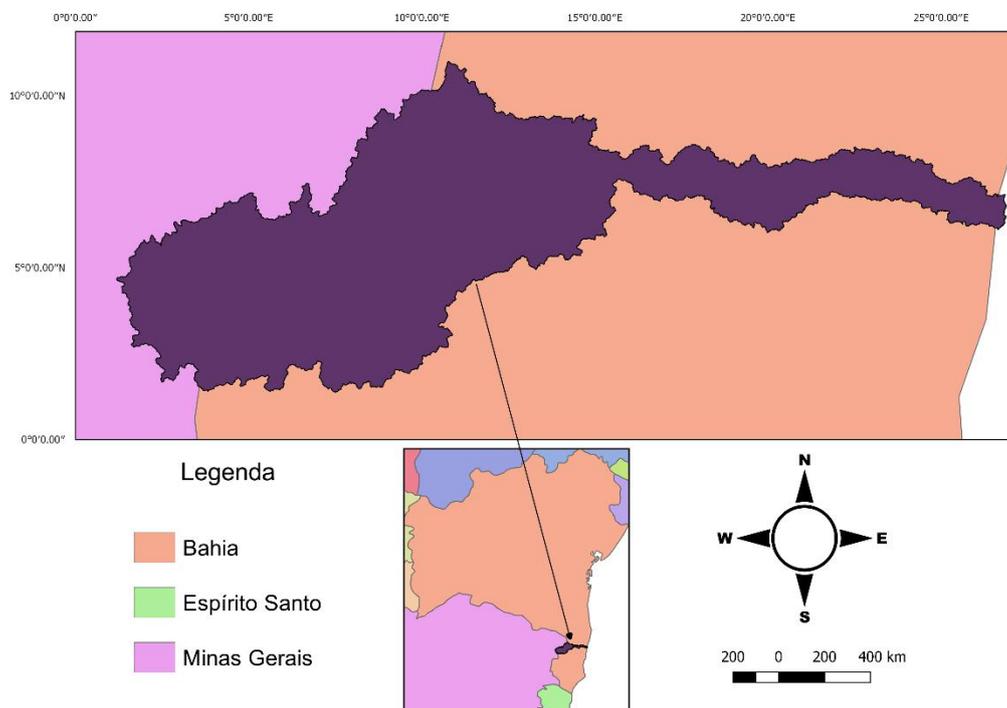
### **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo é o rio Buranhém, localizado nas regiões Sudeste e Nordeste, e pertencente à BHRB. Essa bacia, que possui área de aproximadamente 2.505 km<sup>2</sup>, nasce em Minas Gerais e desemboca em Porto Seguro, na Bahia (Figura 1). Também conhecido como rio do Peixe, o Buranhém percorre cerca de 216 km no território baiano e 31 km no território mineiro, sendo responsável pelo abastecimento de água dos principais

municípios da área da bacia, o que corresponde ao abastecimento de aproximadamente 250 mil habitantes (CARVALHO, 2008; AZEVEDO et al., 2016; SILVA, 2016).

O ponto de coleta das amostras se localiza no condomínio Marina Buranhém, no bairro Campinho (Lat.: 16° 26' 41,1" S, Long.: 39° 5' 4,7" O). As coletas foram realizadas dia 16 de maio de 2019, entre 7h30 e 18h30, de hora em hora, seguindo todo o ciclo de variação da maré, conforme os procedimentos do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011).

**Figura 1** - Área de abrangência da bacia do rio Buranhém



Para avaliar a qualidade da água foram analisados os parâmetros turbidez, condutividade, pH, temperatura, sólidos totais dissolvidos (SDT), oxigênio dissolvido (OD), clorofila a, nitrito, nitrato, fosfato, amônia e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Os 06 primeiros parâmetros citados foram mensurados *in loco*, com uma sonda multiparamétrica HANNA modelo HI 9828 e os demais foram analisados no Laboratório de Química Inorgânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) campus Porto Seguro, conforme metodologias determinadas nos livros *Standard Methods for the Examination of*

*Water and Wasterwater* (APHA, 1999) e *O Metabolismo dos Ecossistemas Aquáticos* (CARMOUZE, 1994).

Os resultados das análises foram comparados aos valores estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) n.º 357 de 17 de março de 2005 para corpos de água doce classe 2.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média dos resultados das análises das amostras coletadas para caracterização da qualidade da água do rio Buranhém esta apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1** – Média dos resultados das análises da água do rio Buranhém

| Parâmetros | 07:30 | 08:30 | 09:30 | 10:30 | 11:30 | 12:30 | 13:30 | 14:30 | 15:30 | 16:30 | 17:30 | 18:30 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

|                                  |         |        |       |        |        |        |         |         |         |         |        |         |
|----------------------------------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| <b>pH</b>                        | 6,86    | 7,25   | 7,14  | 7,09   | 8,16   | 7,76   | 9,30    | 9,15    | 8,95    | 9,10    | 9,83   | 9,36    |
| <b>Temperatura (°C)</b>          | 26,83   | 26,87  | 26,90 | 27,16  | 27,44  | 27,64  | 28,31   | 28,37   | 28,09   | 28,05   | 28,05  | 27,70   |
| <b>O.D (mg/L)</b>                | 3,45    | 4,59   | 3,82  | 3,28   | 3,48   | 4,18   | 6,14    | 6,87    | 6,25    | 5,87    | 6,02   | 4,46    |
| <b>DBO 5,20 (mg/L)</b>           | 5,94    | 5,74   | 3,51  | 3,84   | 6,17   | 4,93   | 2,44    | 2,56    | 3,53    | 4,15    | 2,01   | 2,44    |
| <b>Nitrato dissolvido (mg/L)</b> | 0,80    | 0,47   | 0,46  | 0,43   | 0,35   | 0,18   | 0,11    | 0,19    | 0,30    | 0,19    | 0,35   | 0,38    |
| <b>Nitrito dissolvido (mg/L)</b> | 0,037   | 0,029  | 0,028 | 0,029  | 0,035  | 0,031  | 0,011   | 0,023   | 0,023   | 0,027   | 0,016  | 0,026   |
| <b>Clorofila a (µg/L)</b>        | 14,15   | 17,88  | 13,98 | 29,08  | 27,30  | 12,49  | 14,09   | 13,06   | 12,68   | 13,08   | 11,83  | 13,06   |
| <b>Amônia dissolvida (mg/L)</b>  | 0,40    | 0,41   | 0,42  | 0,35   | 0,38   | 0,39   | 0,20    | 0,36    | 0,29    | 1,43    | 0,54   | 0,49    |
| <b>Fósforo dissolvido (mg/L)</b> | 0,084   | 0,086  | 0,088 | 0,091  | 0,094  | 0,083  | 0,070   | 0,078   | 0,078   | 0,085   | 0,077  | 0,102   |
| <b>Turbidez (NTU)</b>            | 16,80   | 16,70  | 19,60 | 16,80  | 16,04  | 18,70  | 15,20   | 7,50    | 3,60    | 6,80    | 4,60   | 12,50   |
| <b>SDT (tdsppm)</b>              | 14441,0 | 579,0  | 465,0 | 541,0  | 1755,0 | 1181,0 | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00   | 0,00    |
| <b>Condutividade (µS/cm)</b>     | 2908,0  | 1159,0 | 920,0 | 1078,0 | 3534,0 | 2348,0 | 26880,0 | 48380,0 | 45910,0 | 33070,0 | 3990,0 | 25380,0 |

Nota:(-) Parâmetros que não estão determinados na Conama n.º 357.

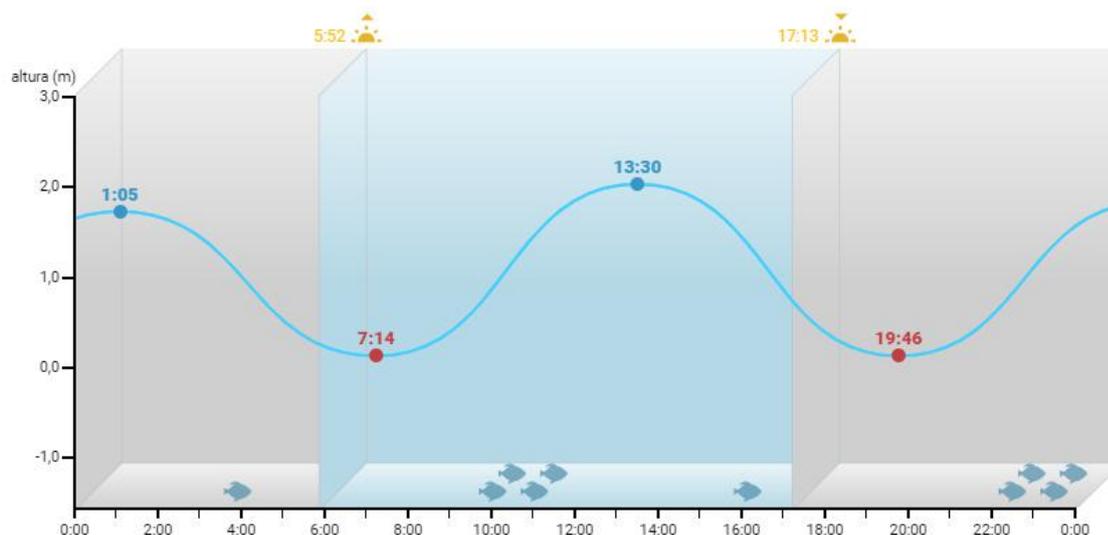
Para análise dos resultados cabe ressaltar, como apresentado na Figura 2, que no dia da coleta a primeira preia-mar foi às 1h05 e a seguinte preia-mar às 13h30, já a primeira baixa-mar foi às 7h14 e a seguinte baixa-mar às 19h46, como pode ser observado no gráfico de [preia-mares e baixa-mares](#) (COPYRIGHT, 2019).

Dentre os parâmetros que apresentaram valores abaixo do determinado na resolução está o OD, sendo

os menores valores medidos no período de maré baixa (Tabela 1 e Figura 2). Tal fato, segundo Von-ahn; Pereira Filho (2015), pode estar associado ao excesso de matéria orgânica e à menor influência da maré no período de maré baixa, o que reduz a oxigenação da água pela correnteza. Cabe ressaltar que a concentração de OD é relevante para a avaliação da qualidade da água de um manancial, pois valores reduzidos de OD estão comumente associados à presença de despejos orgânicos (BASSO, 2006).

**Figura 2** – Gráfico de [preia-mares e baixa-mares](#) de Porto Seguro no dia 16 de maio de 2019

# I Seminário Nacional Sustentabilidade em Recursos Hídricos



Fonte: [Copyright](#), 2019.

Paralelos aos valores de OD estão os valores de DBO. Como pode-se observar na Tabela 1, na maioria dos horários de coleta, os valores das DBO foram inversamente proporcionais aos valores de OD. De acordo com Almeida et al. (2017), isso se justifica pelo fato de que quanto maior a demanda de oxigênio para degradar a matéria orgânica presente no corpo hídrico, menor será a concentração de  $O_2$  no meio. No entanto, em alguns horários esse comportamento não foi observado, o que segundo Silva et al. (2014) pode estar relacionado ao lançamento de efluente tratado próximo ao ponto de coleta, visto que o ponto de lançamento da carga orgânica do

município de Porto Seguro está localizado a montante do ponto de amostragem.

Outro parâmetro que também apresentou valores acima do legislado foi o pH, que de acordo com Von Sperling (2014), também está diretamente relacionado à presença de matéria orgânica. Corroborando essa informação, Fia et al. (2015) afirma que quanto menor o valor de matéria orgânica, maior o valor de pH e quanto maior o valor de matéria orgânica, menor o valor de pH, tal fato se justifica pela produção de ácidos orgânicos e gás carbônico durante a biodegradação da matéria orgânica.

Dentre as variáveis analisadas observou-se que a grande maioria apresentou conformidade com a resolução

## CONCLUSÕES

CONAMA n.º 357 de 2005 para corpos hídricos de classe 2. No entanto, houve violação desses limites para pH, OD e DBO, provavelmente associados ao lançamento de efluentes em concentração acima da capacidade de depuração desse trecho do rio. Desta forma, com o intuito de garantir a melhoria e a conservação da qualidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Buranhém, principalmente pelo fato deste estar sendo analisado como uma possível fonte de água para o município de Porto Seguro, é de suma importância a tomada de ações que visem à melhoria do esgotamento sanitário da região.

### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. C. O. et al. **Reflexões e fragilidades sobre a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em rios. Revista de Gestão de Água da América Latina**, v.14, n. 9, 2017.

APHA. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA, AWWA, WEF, 1999.

ANA. **Atlas do abastecimento de água**. ANA, 2019.

AZEVEDO, D. G. de; GOMES, R. L.; MORAES, M. E. B. de. Bacia do Rio Buranhém: análise integrada da paisagem. In: MORAES, M. E. B. de; LORANDI, R. **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas**. Ilheus: EDITUS - Editora da Uesc, 2016. cap. 5.

BASSO, E. R. **Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água de Duas Represas e uma Lagoa no Município de Ilha Solteira (SP)**. 2009. 127 f. Dissertação de mestrado (Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo: Blucher/Fapesp, 1994.

CARVALHO, C. R. **Uma abordagem geográfica do Turismo em Porto Seguro**. Dissertação de Mestrado em Geografia Física - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Brasília: CETESB; ANA, 2011.

[COPYRIGHT. Tábuas de Marés](https://tabuademares.com/br/bahia/porto-seguro). Disponível em: <<https://tabuademares.com/br/bahia/porto-seguro>>. Acesso em: 07 de ago. 2019.

FIA, R. et al. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 267-275, 2015.

PEREIRA JÚNIOR, J. de S. **Recursos hídricos – conceituação, disponibilidade e usos**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2004. 25 p.

SILVA, A. C. R. de S. **Hidrodinâmica do estuário do rio Buranhém, Porto Seguro – Bahia**. Dissertação de Mestrado



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

em Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2016.

TUNDISI, J. G. (Org.). **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014. 76 p.

VON-AHN, C. M. E.; PEREIRA FILHO, J. Diagnóstico da qualidade de água ao longo do estuário do rui Itajaí-Aço, SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 331-342, 2015.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2014.

### DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADES ESPECÍFICAS DO CAPIM ELEFANTE CV. PIONEIRO EM CULTIVO DE SEQUEIRO

EMILLY DA SILVA FARIAS

#### Resumo

O extremo sul da Bahia se destaca pela diversidade das atividades agropecuárias que são desenvolvidas na região, com destaque para a produção bovina. O processo de intensificação da produção de leite e de carne bovina implica em uso de forrageiras com alta capacidade de produção de matéria seca. Pensando nisso, este trabalho objetivou conhecer algumas características que representem a produtividade do “Capim-Elefante” *Pennisetum purpureum schum* cv. Pioneiro. O capim elefante foi cultivado em condições de sequeiro no Instituto Federal Baiano em Teixeira de Freitas/BA. A área experimental, de formato circular, foi dividida em 4 blocos com 3 repetições em cada um deles, no entanto, em ambas as repetições foi utilizado o cultivo de sequeiro sob adubação química. Foram analisadas as variáveis: altura das plantas, número de plantas, massa verde do colmo e da folha e massa seca do colmo e da folha, em função da lâmina de água que foi medida por um pluviômetro. É possível afirmar que a cultura apresentou um bom aproveitamento da lâmina de água aplicada e desenvolvimento satisfatório em condições de sequeiro na região do Extremo Sul da Bahia. Além disso, destaca-se alta produtividade dessa gramínea e a qualidade da biomassa mesmo sem a aplicação de insumos como a irrigação e/ou adubação, portanto, viabiliza uma redução de área explorada.

**Palavras chave:** Manejo da água. Pastagens. Evapotranspiração. Extremo-Sul da Bahia.

#### Abstract

*The extreme south of Bahia stands out for the diversity of agricultural activities that are developed in the region, with emphasis on cattle production. The process of intensification of milk and beef production implies the use of forages with high dry matter production capacity. Thinking about this, this work aimed to know some characteristics that represent the productivity of the "Elephant Grass" *Pennisetum purpureum schum* cv. Pioneer. Elephant grass was grown under rainfed conditions at the Bahia Federal Institute in Teixeira de Freitas / BA. The experimental area, circular in shape, was divided into 4 blocks with 3 replications in each one of them, however, in both replications the dryland cultivation under chemical fertilization was used. The following variables were analyzed: plant height, number of plants, stem and leaf green mass and stem and leaf dry mass, as a function of the water depth measured by a rain gauge. It is possible to affirm that the culture presented a good use of the applied water depth and satisfactory development under rainfed conditions in the Far South region of Bahia. In addition, we highlight the high productivity of this grass and the quality of biomass even without the application of inputs such as irrigation and / or fertilization, therefore, enables a reduction of exploited area.*

**Keywords:** *Water management. Pastures Evapotranspiration. Far South of Bahia.*

#### INTRODUÇÃO

O extremo sul da Bahia é uma região com participação econômica tanto nacional, quanto internacional, devido a expansão das suas atividades

agroindustriais e florestais (SEI, 2002). A diversidade das atividades agropecuárias desenvolvidas na região também são destaque (ALMEIDA et al., 2008), porém, grande parte dos produtores não possuem

conhecem técnico específico ou negligenciam as práticas de manejo adequadas, ocasionado um grande custo de produção e problemas de impacto ambiental.

A produção agropecuária de forma intensa gera a necessidade do uso de forrageiras com alta produtividade em relação a matéria seca. Entre essas forrageiras, destaca-se o capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum*), que devido aos seu pontencial produtivo elevado e sua qualidade nutricional tornou-se uma das mais adaptadas a esse tipo de cultivo (MOTA et al., 2010).

Com o alto nível de degradação dos recursos ecossistêmicos torna-se imprescindível que se obtenha o máximo de melhoria para o cultivo da cultura com o mínimo de agressão ao meio ambiente. Pensando nisso, objetiva-se com esse trabalho avaliar a produtividade e o desenvolvimento morfológico do “Capim-Elefante” *Pennisetum Purpureum Schum* cv. Pioneiro, sob condições de precipitação natural no município de Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Capim Elefante, *Pennisetum Purpureum Shum* cv. Pioneiro, foi cultivado entre os dias 15 de outubro e 15 de dezembro de 2016, no Instituto Federal Baiano em Teixeira de Freitas, sob condições de sequeiro em um solo previamente corrigido quimicamente cerca de 60 dias antes do início do experimento. No dia 01 do experimento o capim foi cortado a 10 cm do solo e após 51 dias de crescimento procedeu-se a avaliação do desenvolvimento das plantas.

A área experimental foi dividida em 4 blocos (255m<sup>2</sup> cada) com 3 repetições em cada um deles. As parcelas experimentais possuíram área de 4m<sup>2</sup>, com 2m de largura e 2m de comprimento, totalizando doze parcelas. Foram realizadas análises do solo, para determinação de características físicas e químicas do mesmo.

Para a análise climatológica utilizou-se os dados de temperatura máxima, mínima, média e radiação solar, obtidos na estação climatológica instalada no Instituto Federal Baiano, sob responsabilidade do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA. Os dados de precipitação foram coletados através de pluviômetro instalado no centro da área experimental. A evapotranspiração

de referência na área foi obtida com base em uma série de dados históricos também obtidos no site do INEMA, utilizando a equação de Hargreaves -Samani mediante aos dados de temperatura para estimar a ETo, do local, conforme Fernandes et al. (2011).

As variáveis altura das plantas e número de plantas, foram medidas em campo no momento do corte. Para determinação da massa verde do colmo e massa verde da folha, após ter sido feito o corte, houve a separação de forma manual de ambos, sendo acondicionados em sacos de papel para pesagem. Após pesagem da massa verde, foram retiradas amostras de aproximadamente 0,6 kg para colmo e 0,2 kg para folha de cada parcela experimental. Estas foram acondicionadas em sacos de papel, pesadas e colocadas em estufa a 65° C por 96 horas para as folhas e 190 horas para os colmos, quando atingiram peso constante.

Para determinação da porcentagem de massa seca da folha e porcentagem de massa seca do colmo utilizaram-se os dados das pesagens obtidas antes e após a secagem dos materiais. O volume de água transportado para a planta foi determinado pela diferença entre a massa verde e a

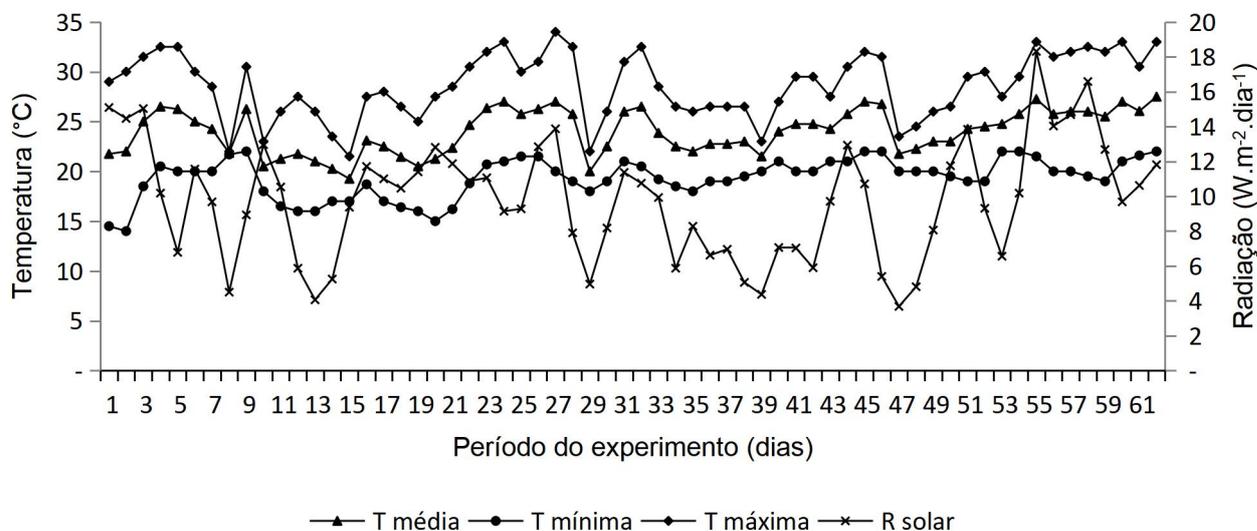
**Figura 1.** Temperaturas máxima, mínima, média e radiação solar no período experimental.

massa seca do caule e da folha, considerando a densidade da água igual a 1,0 g cm<sup>-3</sup>. Em função da área das parcelas experimentais definiu-se a lâmina de água remanescente ou exportada. O resultado foi extrapolado para uma área de um hectare tendo-se o volume de água exportado por hectare.

Os dados de produtividade de massas, verde e seca, totais produzidos foram relacionados com a precipitação total no período, dividindo-se as respectivas massas pela precipitação, obtendo-se uma produtividade por unidade de água aplicada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas da região relacionadas a chuva (280mm) e temperatura (21,5°C – 34°C, com média igual a 24°C) foram favoráveis para o desenvolvimento do capim-elefante durante o período de condução do experimento (Figura 1), haja vista que essas condições, segundo Silva et al. (2010) estão próximas às ideais para a produção de capim elefante.



A altura das plantas variou de 1,57m a 1,73m, resultando como altura média de toda área experimental 1,67m. No que diz respeito à lâmina de água exportada, se obteve média igual a 5,68 mm. A média de massa verde e massa seca por lâmina de água aplicada foi de 25,17 g mm<sup>-1</sup> e 4,90 g mm<sup>-1</sup>, respectivamente. A lâmina de água exportada por lâmina de água aplicada pela chuva foi de 2,03% e a lâmina de água exportada por lâmina de água evapotranspirada foi de 2,20%.

Em relação à produção de biomassa se obteve 30,17% de massa seca da folha e 13,23% de massa seca do colmo. É possível perceber que os colmos apresentaram qualidade inferior à das folhas em relação a produção de massa seca ocorrendo queda acentuada em sua composição nutritiva. De acordo com

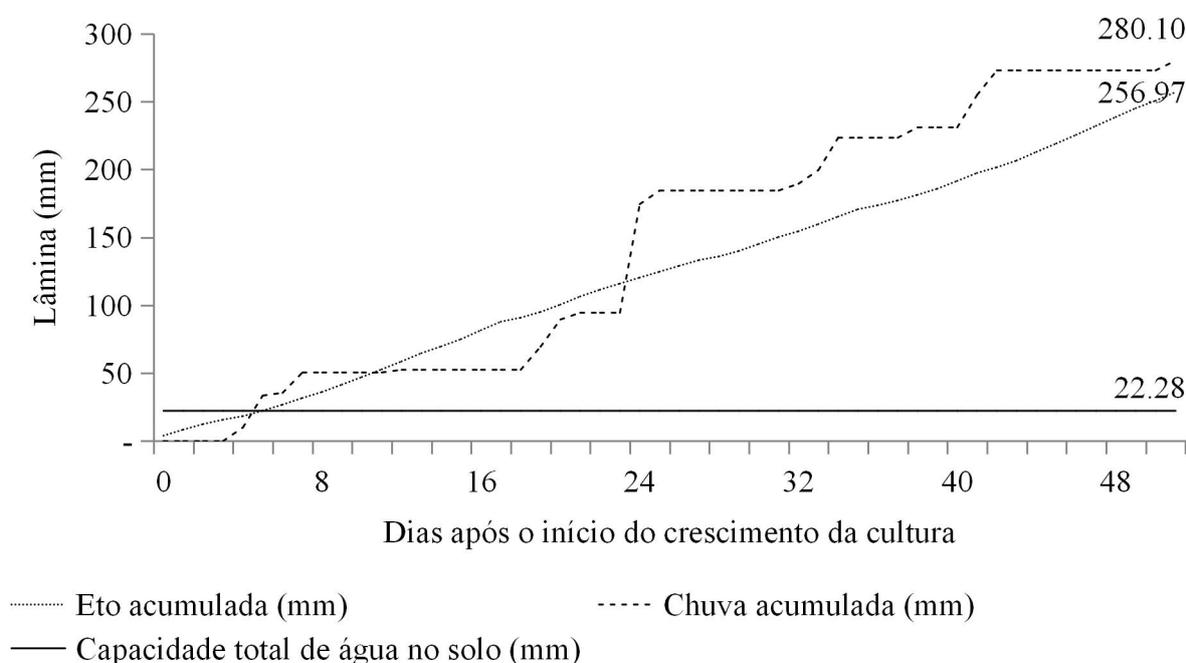
Neumann et al. (2008), o colmo de plantas forrageiras possui maior habilidade em manter o conteúdo de água celular.

A diferença positiva entre a precipitação e a evapotranspiração somada com o armazenamento da água no solo causou a percolação da água em alguns períodos (Figura 2), pois, o solo apresentou alto percentual de areia, o que associado à topografia plana facilitou a infiltração e redistribuição da água. Por outro lado, em alguns momentos a evapotranspiração foi superior à precipitação, o que causou déficit hídrico no solo. De forma geral, no final do ciclo experimental, a precipitação acumulada superou a evapotranspiração em 23mm. Considerando que o armazenamento da água no solo foi de 22.3mm, podemos afirmar que toda a precipitação foi utilizada no sistema produtivo de forma eficiente. O volume de

água remanescente na planta foi de apenas 5,68 mm, correspondendo a um total de 2% em relação tanto a lâmina de água aplicada, quanto à lâmina de água evapotranspirada. Isso significa dizer que

não houve déficit hídrico e toda a precipitação foi utilizada no sistema produtivo de forma eficiente durante o ciclo.

**Figura 2.** Relação da evapotranspiração de referência, capacidade total de água e chuva ocorridos no período de estudo.



## CONCLUSÕES

O capim elefante pode ser utilizado em região climática similar, não só pelo seu bom desempenho as condições submetidas, mas também, por seu alto potencial de produção de matéria seca e matéria verde. Além disso, destaca-se alta

produtividade dessa gramínea e a qualidade da biomassa mesmo sem a aplicação de insumos como a irrigação e/ou adubação, portanto, viabiliza uma redução de área explorada.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. M. et al. Reorganização socioeconômica no extremo sul da Bahia decorrente da introdução da cultura do



# Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

eucalipto. **Sociedade & Natureza**,  
Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 5-18, dez. 2008.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A.  
B.; STONE, L. F. Aplicação de diferentes  
escalas temporais do índice padronizado de  
precipitação (SPI) na estimativa da  
variabilidade da produtividade de arroz de  
terras altas. In: **Embrapa Arroz e Feijão -  
Resumo em anais de congresso (ALICE)**.  
In: WORLD WATER CONGRESS, 14.,  
2011, Porto de Galinhas. Adaptive water  
management: looking to the future: book  
of abstracts.[SI]: IWRA, 2011.

MOTA, V.J.G; DOS REIS, S.T.; SALES,  
E.C.J.; ROCHA JÚNIOR, V.R.;  
OLIVEIRA, F.G.; WALKER, S.F.;  
MARTINS, C.M.; CÓSER, A.C. Lâminas  
de irrigação e doses de nitrogênio em  
pastagem de capim-elefante no período  
seco do ano no norte de Minas Gerais.  
**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6,  
p.1191-1199, 2010.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.;  
NÖRNBERG, J.L.; OLIBONI, R.;  
PELLEGRINI, L. G.; FARIA, M. V.;  
OLIVEIRA, M. R. Efeito associativo do  
espaçamento entre linhas de plantio,  
densidade de plantas e idade sobre o sorgo

forrageiro. **Revista Brasileira de Milho e  
Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 2., p. 165-181,  
2008.

SEI - Superintendência de Estudos  
Econômicos e Sociais da Bahia. **Dinâmica  
sociodemográfica da Bahia: 1980-2000**.  
Salvador: SEI, 2002.

SILVA, A.L.C.; SANTOS, M.V.F.;  
DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.;  
FERREIRA, L.R.C.; FREITAS, E.V.;  
CUNHA, M.V.; SILVA, M.C.  
Variabilidade e herdabilidade de caracteres  
morfológicos em clones de capim-elefante  
na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista  
Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2132-  
2140, 2010.

### CONTROLE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO PARA PROTEÇÃO DE MANANCIAS: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE BEBEDOURO - SP

PEDRO HENRIQUE VOLTERA  
VAGNER ALEXANDRE APARECIDO DE SOUZA  
LAIANE CLÁDILA DE LIMA GILIONI  
CÉSAR GUSTAVO DA ROCHA LIMA  
HALANA BRESSAN DE OLIVEIRA

#### RESUMO

*A ocupação do solo urbano em áreas de mananciais, quando ocorre sem o planejamento adequado, pode representar ameaças para os recursos hídricos utilizados no sistema de abastecimento da população. O Plano Diretor é definido como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana e nele estão contidos instrumentos de ordenação do uso do solo, que podem restringir a ocupação urbana para proteção dos recursos naturais. O objetivo deste trabalho é analisar o processo de expansão urbana do município de Bebedouro - SP em vista da proteção dos recursos hídricos locais, bem como os instrumentos legais de controle do crescimento e desenvolvimento territorial para proteção destes mananciais. A metodologia consistiu no estudo de caso, levantamento bibliográfico e documental delineando ao tema e a legislação do município. A partir desta análise buscou-se identificar o histórico da expansão urbana e da legislação municipal, identificando suas alterações ao longo do tempo no que tange às questões referentes aos instrumentos de proteção dos recursos hídricos. Os resultados mostram que desde o seu primeiro Plano Diretor, o município já tratava de questões sobre a proteção dos recursos hídricos, delimitando uma área para proteção dos mananciais de abastecimento em seu zoneamento.*

**Palavras chave:** *gestão urbana. áreas de proteção. uso e ocupação do solo*

#### **Abstract**

*The occupation of urban land in spring areas, when it occurs without proper planning, can pose threats to the water resources used in the population's supply system. The Master Plan is defined as a basic instrument of urban development and expansion policy and contains land use planning instruments that may restrict urban occupation to protect natural resources. The objective of this paper is to analyze the process of urban expansion of Bebedouro - SP in order to protect local water resources, as well as the legal instruments for controlling growth and territorial development to protect these springs. The methodology consisted of case study, bibliographic and documentary survey outlining the theme and the legislation of the municipality. From this analysis we sought to identify the history of urban sprawl and municipal legislation, identifying their changes over time with respect to the issues of water resources protection instruments. The results show that since its first Master Plan, the municipality had already dealt with questions about the protection of water resources, delimiting an area for protection of water sources in its zoning.*

**Keywords:** *urban management. protection áreas. land use and occupation*

#### INTRODUÇÃO

A ocupação do solo urbano, sem controle do seu impacto sobre os recursos hídricos, produz um ciclo de contaminação gerado pelos efluentes da população

urbana e como consequência, a redução da qualidade da água para abastecimento, exigindo mais tratamento químico dessa água fornecida à população (TUCCI, 2003).

No Brasil, o planejamento urbano possui dois elementos necessários, o plano diretor e o zoneamento, sendo que estes dois elementos possuem autonomia entre si (VILLAÇA, 1995). O Plano Diretor foi definido pelo Estatuto da Cidade como o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana (BRASIL, 2001).

Para Villaça (1995), o zoneamento é a legislação urbanística que varia no espaço urbano, dividindo em zonas toda a área urbana e de expansão urbana, sendo que para cada uma destas zonas a lei define: o coeficiente máximo de aproveitamento dos terrenos, a taxa máxima de ocupação dos terrenos e os usos permitidos e proibidos.

Segundo Santoro (2014), há uma flexibilização das regras para a expansão urbana, muitas vezes como estratégia imobiliária, onde as leis que delimitam o perímetro urbano são modificadas caso a caso, sem definição de objetivos, diretrizes e ações estratégias para o planejamento dessa expansão.

Assim, as leis de zoneamento urbano devem abranger critérios de proteção e controle ambiental, principalmente como forma de controlar o uso e ocupação de áreas sujeitas à inundação e de cabeceiras de drenagem (BRAGA, 2003).

Nesse sentido, a Lei Estadual nº 9.866/1997 estabelece diretrizes e normas para a proteção e a recuperação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional para abastecimento das populações atuais e futuras do Estado de São Paulo e tem entre seus objetivos a compatibilização das ações de preservação dos mananciais de abastecimento e as de proteção ao meio ambiente com o uso e ocupação do solo e o desenvolvimento socioeconômico (SÃO PAULO, 1997).

O objetivo deste trabalho é analisar o processo de expansão urbana do município de Bebedouro em vista da proteção dos recursos hídricos locais, bem como os instrumentos legais de controle do crescimento e desenvolvimento territorial para proteção de seus mananciais de abastecimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foi abordado o estudo de caso do município de Bebedouro, sendo realizadas pesquisas bibliográficas relacionadas ao tema e pesquisa documental em fonte de dados oficiais.

Na análise foi considerado o histórico da expansão territorial, baseada na comparação entre os limites dos perímetros urbanos do município e quanto ao Plano Diretor, a evolução da legislação municipal, identificando suas alterações ao longo do tempo no que tange aos instrumentos de proteção dos recursos hídricos.

Bebedouro está localizado na região norte do estado de São Paulo, com uma extensão territorial de 683,192 km<sup>2</sup> e uma população de 75.035 habitantes (IBGE, 2010).

O município está inserido na Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande, definida como Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 12 (UGRHI-12), especificamente na sub-bacia Ribeirão das Palmeiras, possuindo uma parcela de seu território na Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande (UGRHI-15).

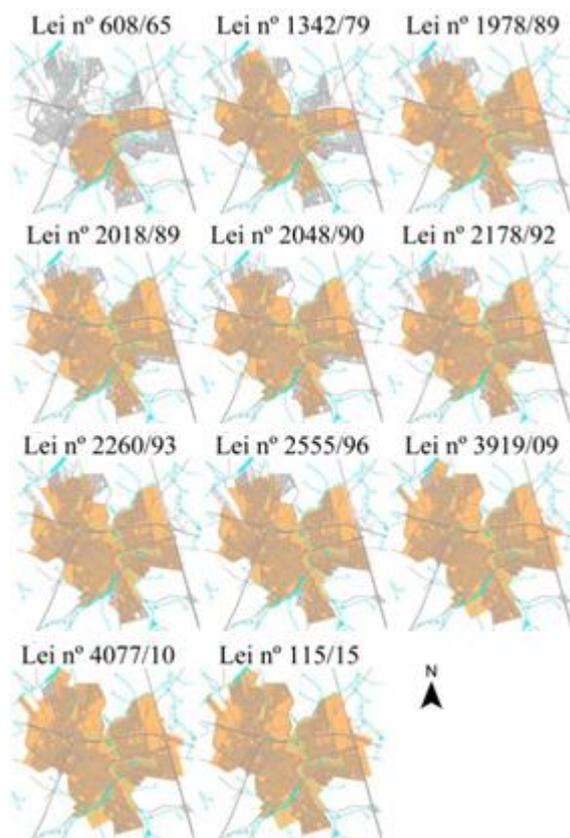
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Bebedouro foi elevado à condição de município autônomo em 1894. Seu

núcleo urbano original localizava-se na atual porção central da cidade e com sua expansão na década de 60, a ocupação urbana já havia transposto o Córrego da Consulta no sentido sul e o Córrego Bebedouro e Ferrovia no sentido leste.

Em 1979 a área urbana foi praticamente duplicada e no ano de 1989 houve o aumento do perímetro urbano incluindo áreas do setor nordeste, no setor sul, leste e oeste. As leis seguintes que alteraram o perímetro urbano, apenas incluíram algumas áreas ocupadas por novos loteamentos, sem muitas alterações em relação às leis anteriores, como pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1: Evolução da Área Urbana de Bebedouro



Fonte: Autores (2019)

O sistema de abastecimento de água de Bebedouro é composto por duas captações superficiais de água bruta (CAP I e CAP II), um poço profundo e 13 poços artesianos. A maior parte da água utilizada no município é captada de forma superficial (Tabela 1) e seus mananciais de abastecimento são constituídos pelo Córrego da Consulta e Córrego do Retiro.

Tabela 1: Produção Mensal de água

| PRODUÇÃO MENSAL DE ÁGUA |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| Unidades Operacionais   | Captação (m <sup>3</sup> ) |
| CAP I                   | 286.728,00                 |

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| CAP II           | 488.259,00          |
| Poços artesianos | 154.440,00          |
| Poço profundo    | 111.600,00          |
| <b>Total</b>     | <b>1.041.027,00</b> |

Fonte: SAAEB, 2016

Em 1997 foi elaborado o primeiro Plano Diretor do município de Bebedouro, instituído pela Lei nº 2721/1997, dividiu o território do município em área urbana, área de expansão urbana e área rural e definiu zonas e uso dentro do seu território, com normas de ordenamento do uso e ocupação do solo urbano.

Visando a proteção dos mananciais destinados ao abastecimento público, o Plano delimitou a área de proteção de mananciais, onde seu uso e ocupação ficam sujeitos a controle especial, tendo como restrições a proibição de uso urbano e industrial, o controle rígido no uso de defensivos agrícolas e a proibição de irrigação mecânica em atividades agrícolas.

O Plano definiu uma reserva de faixa não edificável ao longo das margens de lagoas, lagos, rios, córregos e ribeirões, de acordo com o Código Florestal vigente à época e uma faixa de 600 m de ambos os lados das áreas de nascentes do divisor de água das bacias do Baixo Pardo/Grande e do Turvo/Grande a ser objeto de programa

especial de proteção ambiental, por parte do Poder Público Municipal. Quanto à gestão dos recursos hídricos na escala regional, foi prevista a participação do município no Comitê de Bacia Hidrográfica.

Posteriormente a esta lei, o Plano Diretor foi revisado, dando origem a Lei nº 43/2006, seguida da Lei nº 89/2011. O Plano Diretor vigente foi instituído pela Lei Complementar nº 122/2017, decorrente de um processo participativo para revisão do Plano anterior.

A lei estabelece a função social da cidade, trata da política urbana e rural, contemplando as diretrizes, normas e procedimentos para o crescimento e desenvolvimento físico-territorial e ambiental do município quanto ao parcelamento, uso e ocupação do solo e meio ambiente.

Em seu Art. 66, o Plano Diretor divide a área urbana e de expansão urbana do município em zonas de uso, com as seguintes classificações:

ZR1: Zona de uso exclusivamente residencial de baixa densidade;  
ZR2: Zona de uso exclusivamente residencial de média ou alta densidade;  
ZRM: Zona residencial de uso misto;  
ZMT: Zona de uso misto de transição;

ZMC: Zona de uso misto central de alta densidade;  
ZIS: Zona de uso Industrial e de serviços;  
ZPA: Zona de proteção ambiental;  
ZPC: Zona de proteção cultural;  
ZE: Zona Institucional;  
ZCE: Corredores especiais de comércio e serviço;  
ZRA: Zona de Restrição Ambiental;  
ZEIS 2: Zona Especial de Interesse Social 2.

Quanto aos recursos hídricos, o Plano manteve a área de proteção de mananciais (Figura 2) nos trechos das bacias hidrográficas dos córregos do Retiro, do Rogério, da Consulta, dos Limas, dos Bois e do Ribeirão do Mandembo, em seu Art. 19 define as normas para ocupação desta área:

§ 1º O uso e ocupação da Área de Proteção de Mananciais ficam sujeitos a controle especial por parte do Poder Público Municipal, de acordo com a legislação Municipal específica, que deverá atender às seguintes restrições:  
I - proibição de uso urbano e industrial;  
II - controle rígido no uso de defensivos agrícolas;  
III - autorização de irrigação mecânica em atividades agrícolas sob condições especiais, desde que adote o manejo adequado para evitar o assoreamento dos mananciais e incentive as iniciativas de uso racional da água.

As restrições quanto à Área de Proteção de Mananciais tiveram pouca alteração com relação à lei anterior,

incluindo somente algumas especificações sobre a utilização da irrigação mecânica. O Plano manteve a reserva de faixa não edificável ao longo das margens de lagoas, lagos, rios, córregos e ribeirões, além da faixa de 600 m das áreas de nascentes do divisor de água das bacias do Baixo Pardo/Grande e do Turvo/Grande.

Figura 2: Localização da Área de Proteção de Mananciais



Fonte: Bebedouro (2017), adaptado pelos autores

O Plano Diretor criou o Programa Conservador das Águas, que objetiva a implantação de ações para a melhoria da qualidade e quantidade das águas e apoia projetos destinados à recuperação e à proteção de nascentes e áreas que margeiam os corpos d'água do município.

Nele, o Programa deve ser gerenciado pelo Departamento Municipal de Meio Ambiente em parceria com o Conselho Municipal de Meio Ambiente, cabendo ao Executivo prestar apoio financeiro aos proprietários rurais que aderirem ao Projeto, através da execução de ações para o cumprimento de metas estabelecidas, que serão definidas por Decreto.

O atual Plano Diretor evolui no sentido de estabelecer estratégias de gestão urbana, como a compatibilização das diretrizes do planejamento municipal com o planejamento dos recursos hídricos, por meio do fortalecimento dos Comitês de Bacia Hidrográfica.

No entanto, há uma ausência de legislação municipal específica para tratar destas questões ambientais abordadas no Plano, especialmente da área de proteção de mananciais, que aliado à falta de fiscalização e aplicação de sanções cabíveis no descumprimento das normas, dificulta a eficácia da gestão do município.

## CONCLUSÕES

Mesmo que o município tenha se desenvolvido, inicialmente, sem o devido planejamento e ordenamento do solo, desde seu primeiro Plano, que é anterior à regulamentação do Estatuto da Cidade, Bebedouro já tratava das questões relativas

às normas necessárias ao crescimento e desenvolvimento, questões ambientais e de proteção dos recursos hídricos.

Assim, o Plano Diretor como instrumento da política de desenvolvimento urbano deve garantir a proteção dos recursos ambientais, de modo a evitar os efeitos negativos do crescimento da cidade sobre o meio ambiente, articulando as políticas urbanas às políticas ambientais.

Em relação aos recursos hídricos, o município se destaca na proposição da gestão destes recursos em escala regional, apontando as bacias hidrográficas das quais o município faz parte, além da responsabilidade participar de Comitês Intermunicipais de Bacias, em parcerias com o Governo Estadual.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos - ProfÁgua, projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015.

### REFERÊNCIAS

BEBEDOURO. Lei Complementar nº 122, de 09 de agosto de 2017. Institui o Novo Plano Diretor, que especifica e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Município de Bebedouro**, Bebedouro, SP,

14 ago. 2017. Disponível em: <<http://131.108.216.3/Siave/arquivo?Id=51983>>. Acesso em: 4 jun. 2019.

BRAGA, R. Planejamento Urbano e Recursos Hídricos. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. C. (org.). **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal-Deplan-IGCE-UNESP. 2003. p. 113-127.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 11 jul. 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm)>. Acesso em: 4 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/bebedouro/panorama>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

SANTORO, P. F. Perímetro urbano flexível, urbanização sob demanda e incompleta: o papel do Estado frente ao desafio do planejamento da expansão urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 16, n. 1, p. 169, 2014. ISSN 2317-1529. Disponível em: <<http://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/3837/4627>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

SÃO PAULO. **Lei nº 9866, de 28 de novembro de 1997**. Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e a recuperação dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá providências. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 29 nov. 1997. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/5976>>. Acesso em: 4 jun. 2019.

SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE BEBEDOURO - SAAEB. Bebedouro, 2016.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (org.).

**Inundações urbanas na América do Sul.**

Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. Cap. 2. p. 11-44.

<<https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/inbr02803.pdf>

>. Acesso em: 20 mai. 2019.

VILLAÇA, F. A crise do planejamento urbano. **Revista São Paulo em**

**Perspectiva**, vol. 9, n. 2, 1995, p. 45-51.

[http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v09n02/v09n02\\_07.pdf](http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v09n02/v09n02_07.pdf)

## **GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CERVEJARIA; DESTINAÇÃO SUSTENTÁVEL DO LODO DESIDRATADO APÓS TRATAMENTO DE EFLUENTES**

CHRISTIANA MARIA ANDRADE DA FONSECA

### **Resumo**

Em fábricas de médio a grande porte são gerados diariamente toneladas de resíduos sólidos em seu processo habitual. A partir da identificação de todo resíduo sólido gerado em uma cervejaria, foi verificado que o subproduto, lodo desidratado, formado na estação de tratamento de efluentes, etapa final para redução de contaminantes do processo fabril, era o único resíduo com potencial de reutilização que não apresentava destinação adequada. Esse trabalho buscou promover a melhor forma de destinação do lodo formado na estação de tratamento a partir de pesquisas para avaliar os meios possíveis para o destino correto. Após a caracterização desse material, quanto à umidade, foi realizada parceria com uma fábrica de cerâmicas para utilização do lodo na produção de tijolos, em proporções adequadas. A discussão será acerca do destino desse lodo, para otimizar o gerenciamento de resíduos e minimizar os impactos da poluição a partir da prática sustentável de reutilização.

**Palavras chave:** *Tratamento. Subproduto. Reutilização. Lodo. Tijolo.*

### **Abstract**

In medium to large factories tons of solid waste are generated daily in their usual process. From the identification of all solid waste generated in a brewery, it was found that the by-product, dehydrated sludge, formed in the effluent treatment plant, the final step for reducing contaminants of the manufacturing process, was the only residue with potential reuse that did not present proper destination. This work sought to promote the best way of disposal of the sludge formed in the treatment plant from research to evaluate the possible means for the correct destination. After characterization of this material, in relation to humidity, a partnership was made with a ceramic factory to use sludge in the production of bricks, in appropriate proportions. The discussion will be about the destination of this sludge, to optimize waste management and minimize the impacts of pollution from the sustainable practice of reuse.

**Keywords:** Treatment. Byproduct. Reuse Sludge. Brick.

### INTRODUÇÃO

A influência do aspecto produtivo de uma fábrica em um país emergente é considerada a partir da demanda de produtos que atingiam as expectativas dos consumidores. Alta produção e qualidade são diretrizes para uma indústria permanecer ativa no mercado atual. A grande variedade de produtos desencadeia a busca pelas inovações nos processos que associadas a agilidade garantem posição efetiva no cenário econômico.

Nesse setor, todas as variáveis são avaliadas para garantir eficiência no processo. Como as matérias-primas, as energias, os materiais e os equipamentos. A proporção dos elementos de entrada devem ser iguais aos de saída, portanto, além do (s) produto(s) principal(is) são gerados diversos tipos de resíduos em uma planta fabril, que podem ser de natureza sólida, líquida ou gasosa.

Nas cervejarias, materiais orgânicos compõe o lixo industrial em quase sua totalidade, a partir dos grãos e microrganismos que são utilizados. A outra parte deve-se aos descartes próprios da logística e vivência salutar em uma indústria com operação contínua. Como borra de rótulos, garrafas de vidro ou plástico, latas de alumínio, restos de comidas e resíduos sanitários. Todo o resíduo gerado em um processo deve ter a destinação apropriada de acordo com a classe de contaminante presente. Por isso, o gerenciamento contínuo deve estar definido e ser implementado na planta fabril antes mesmo de iniciar a produção.

A maior parte dos resíduos sólidos de uma cervejaria é reutilizado. Vidro, plástico, papel e alumínio são separados na coleta seletiva e destinados para cooperativas. Mas, os materiais orgânicos e não recicláveis como resto de comidas, são destinados à aterros sanitários ou ainda

para melhoramento de solos, como adubo orgânico.

As indústrias, no entanto, incorporam ao seu processo uma estação de tratamento de todo resíduo líquido gerado na produção e esgoto sanitário. Com isso, realizam o tratamento internamente, possibilitando o envio de água residual a corpos d'água adjacentes a planta da fábrica. A complexidade do tratamento dependerá das características do efluente bruto na estação, oriundo consequentemente do tipo de produto fabricado.

É comum a associação dos tratamentos físicos, biológicos e químicos em estações de tratamento para reduzir todas as formas de contaminantes presentes. Por exemplo, as barreiras físicas (gradeamento e peneiras estáticas) na estação são responsáveis por conter materiais maiores como rótulos, garrafas, papel, pedra e areia. Já o biológico é fundamental no tratamento pois, condiciona a redução da carga orgânica e determina a eficiência da estação através da biodegradação pelas bactérias. Os tratamentos químicos ou físico – químicos são realizados através da incorporação de produtos químicos como sulfato de alumínio, polímeros com cargas positivas e negativas e hipoclorito de cálcio no efluente para reduzir espécies químicas ainda presentes, além de promover a clarificação e desinfecção do efluente final.

O subproduto gerado na estação de tratamento é chamado de lodo desidratado ou “borra”. É composto principalmente de matéria orgânica e resíduos de produtos químicos, além de materiais inertes. Esse resíduo com potencial reutilização era destinado ao meio comum, aterros sanitários. Essa destinação promove a redução da vida útil do aterro devido a inserção de contaminantes não biodegradáveis. Em contrapartida, a caracterização desse tipo de resíduo gerado

após adição de floculantes e coagulantes, não apresenta condições aplicáveis à adubação ou compostagem. Pois, além da contaminação evidente por metais, o teor de matéria orgânica é consideravelmente baixo. Visto que, esse material é removido após o processo de flotação e não deve ser comparado ao lodo ativado, residual do tratamento biológico. Outro meio para destino seria a incineração do lodo mas, não satisfaz os critérios econômicos e ambientais esperados pela maior parte das empresas porque apresenta custo elevado e irradiação de contaminantes ao meio externo.

O termo sustentabilidade é caracterizado de acordo com as práticas efetivas para continuidade dos processos avaliando os impactos ao meio ambiente, promovendo a preservação dos recursos naturais. Com a utilização dos 3Rs - Reduzir, Reutilizar e Reciclar, é possível implementar ações no âmbito industrial com a gestão de resíduos sólidos, por exemplo.

A partir do entendimento do processo e análise do problema foi verificado a destinação do lodo desidratado através de uma abordagem sustentável que deverá ser escolhida a partir da simbiose: custo e meio ambiente. Com isso, a prática de reutilização pode ser aplicada na destinação do lodo de forma a contribuir no custo mensal da empresa, fazendo parcerias com potenciais receptores do resíduo.

O lodo desidratado gerado na estação de tratamento de efluentes de uma cervejaria pode ser utilizado na fabricação de tijolos, sendo 97% argila e 3% de lodo. A compatibilidade desse resíduo foi realizada a partir de análise do teor de umidade e comprovou-se a qualidade estrutural dos tijolos produzidos com essa associação de matérias-primas.

O resíduo gerado nas estações de tratamento de água, ETA, mais comumente conhecido como lodo, após seu processo de desidratação podem passar de 10% de material sólido para 65% após o processo de desidratação e possui algumas possibilidades de destinação, entre elas, adubação, incineração, aterro sanitário, compostagem com lixo urbano ou na incorporação de massas cerâmicas para fabricação de tijolos (TEIXEIRA *et al.*, 2006).

Além disso o lodo também pode ser utilizado na fabricação de cerâmica de vidro e como material primário para produção de clínquer, tendo então um ganho no custo pela não utilização de aterros sanitários e um ganho ecossistêmico por ter um menor impacto ambiental (FERREIRA *et al.*; 2002; TOYA *et al.*, 2007; RODRÍGUEZ *et al.*, 2011 apud BENLALLA., 2015).

Hegazy (2012) afirma que "O lodo produzido nas estações de tratamento pode ser um real substituto para as argilas utilizadas na fabricação de tijolos devido a possuírem uma composição química muito próximas uma da outra" (2012 p. 83-86).

Para Ramadan (2008) a concentração de lodo que pode ser incorporado em argilas para produzir tijolos depende em parte nas propriedades do lodo (distribuição granulométrica e composição química e mineral), e possuem também grande influência das características do material.

Alguns estudos indicam a possibilidade da incorporação de lodo de ETA em painel de madeira aglomerada, como uma forma de disposição final do resíduo proveniente do tratamento da água bruta, lodo de ETA, bem como para a maravalha, resíduos provenientes do beneficiamento da madeira. Esta recuperação é possível devido ao lodo ser constituído principalmente de hidróxidos metálicos, que apresentem boa solubilidade em

meios ácido e alcalino, possibilitam a conversão dos hidróxidos presentes em sulfatos, através de um simples ajuste do pH (SILVA et al., 2014).

São diversas as técnicas que podem ser aplicadas para o tratamento deste lodo, dentre elas, está a recuperação do coagulante presente no lodo, para sua reutilização no tratamento de água ou esgoto (FREITAS et al., 2016).

Todas as formas de destinação do lodo proveniente de estações de tratamento de água possuem as suas vantagens e desvantagens, no entanto, estas atitudes trazem como principal benefício a preservação do meio ambiente, que deve ser sempre lavada em consideração como um importante aspecto.

## MATERIAL E MÉTODOS

A partir do levantamento dos resíduos sólidos de uma cervejaria foi verificado que a destinação do lodo desidratado, gerado na estação de tratamento de efluentes, apresentava o maior custo em relação ao gerenciamento de todos os resíduos sólidos da fábrica. Além de promover impacto negativo ao aterro sanitário que era descartado.

Com isso, foi realizada pesquisas e testes de compatibilidade para relacionar os destinos em potencial para essa classe de resíduo. Inicialmente, a área de meio ambiente da fábrica atuou diretamente na estação de tratamento de efluentes para entendimento do processo geral com a operação. Foram realizadas pesquisas e orientações com empresas receptoras de resíduos com objetivo de reduzir custos do gerenciamento e promover prática sustentável na cervejaria.

Enviar o lodo para melhoramento do solo (adubação ou compostagem), incineração e aterros sanitários foram as práticas mais frequentes e comuns de destinação. Mas, além o custo elevado (no

mínimo o custo no transporte), a partir da caracterização do material verificou-se que ele não tinha valor considerável para solos que precisavam ser corrigidos. Ou ainda, a contaminação evidente de gases poluentes a partir da combustão, devido a presença de carbono orgânico/inorgânico e metais.

Após o estudo de campo, foi discutido com uma empresa terceira a possibilidade de reutilização desse resíduo como matéria – prima. Essa terceirizada já recolhia todo resíduo sólido presente na fábrica e evidenciou a necessidade de uma pequena empresa de cerâmicas, em obter areia /argila para fabricação de tijolos.

Por isso, foi realizada uma amostragem do lodo desidratado para testes analíticos quanto a concentração de matéria seca (%). Essa determinação indica indiretamente o teor de umidade desse lodo. O procedimento é desenvolvido a partir do aquecimento de 5g do lodo à 150°C e posterior diferença entre os pesos de antes e depois à ação da temperatura. O teor mínimo de matéria seca foi de 12% a partir dos parâmetros estabelecidos pela empresa de tijolos.

A amostra de lodo também foi enviada para a fábrica de tijolos realizar os testes de compatibilidade e atestar a utilização. Esses testes foram determinantes para indicar a proporção de lodo a ser utilizado na fabricação de tijolos e garantir a certificação de qualidade. Após validação entre a cervejaria e a empresa parceira foi acordado a reutilização do lodo para esse fim.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa de campo, foi realizada a discussão inicial sobre os tipos de destinos para o resíduo gerado na estação de tratamentos de efluentes. A viabilidade da proposta da empresa parceira para reutilização do lodo foi

discutida e foram levantados os dados analíticos para validação (**Quadro 1**).

**Quadro 1.** Características do efluente bruto de cervejarias

| Parâm.  | Unidade                              | [1] Dados USA, 1971  | [1] Dados Estado SP, dec. 80 | [2] Dados USA, 1997 | [6] Dados USA, 1993 | [6] Dados Brasil, 1993 | [7] Dados Mun 19 |
|---------|--------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------|
| Vazão   | m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> cerv. | 5,5- 8,3 (6,9)       |                              | 1,3- 2,0 (1,6)      |                     |                        | 3-               |
| DBO     | mg/l                                 | 1.611- 1.784 (1.718) | 3.045                        | -                   | 419- 1.200          | 1.000- 1.800           | 1.000-           |
|         | kg/m <sup>3</sup> cerv.              | 9,43- 11,8 (10,4)    | 17                           | 6- 18 (12)          |                     |                        |                  |
| DQO     | mg/l                                 |                      | 4.448                        | -                   |                     |                        | 1.800-           |
|         | kg/m <sup>3</sup> cerv.              |                      | 25                           | -                   |                     |                        |                  |
| SS      | mg/l                                 |                      |                              | -                   | 244- 650            | 118- 800               | 10-              |
|         | kg/m <sup>3</sup> cerv.              |                      |                              | 2- 4 (3)            |                     |                        |                  |
| RNF     | mg/l                                 | 723- 957             | 664                          |                     |                     |                        |                  |
|         | kg/m <sup>3</sup> cerv.              | 3,83-4,79 (4,18)     | 4                            |                     |                     |                        |                  |
| N total | mg/l                                 |                      | 78                           |                     |                     |                        | 30-              |
| Fósforo | mg/l                                 |                      | 12                           |                     |                     |                        | 10-              |
| Temp.   | ° C                                  | 28- 32 (30)          |                              |                     |                     |                        | 3-               |
| pH      |                                      | 6,5- 8,0 (7,4)       | 2,4- 12,0                    | -                   | 5,5- 7,4            | 5- 10                  | ~                |

SS = Sólidos em Suspensão.

RNF = Resíduo Não Filtrável

Fonte: SANTOS ( 2005)

Foram avaliados os resultados das análises da concentração de matéria seca (%) do lodo desidratado. A amostragem foi realizada durante 5 dias e foi considerado o valor mínimo de 12%, estimado pela empresa parceira (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Concentração de Matéria seca (%)

| Amostra | MS (%) |
|---------|--------|
| 1       | 15,2   |
| 2       | 13,0   |
| 3       | 14,8   |
| 4       | 14,0   |
| 5       | 14,5   |

Com isso, foi determinado parcialmente, a utilização do lodo como matéria-prima pois, todas as amostras analisadas superaram o valor mínimo de matéria seca estabelecido, ou seja, o peso seco do lodo está adequado para base na produção de tijolos.

Em seguida, os testes de compatibilidade para empresa terceira para finalizar a validação na utilização do lodo para o fim determinado. A partir das especificações do controle de qualidade da fábrica de cerâmicas os resultados dos

testes evidenciaram que, a aplicação juntamente com argila, pode ser considerada para fabricação de tijolos com certificação (**Figura 2**).

**Figura 2.** Lodo residual antes do aquecimento, à esquerda, e após aquecimento, à direita.



Fonte: COPASA (2011)

Após esses testes de compatibilidade, esse parceiro receptor viabilizou a produção com proporções adequadas, sendo 97% argila e 3% de lodo. O acordo definido não apresentou custo adicional à cervejaria, reutilizando 100% do resíduo lodo desidratado.

Os valores para o transporte do lodo já estavam inseridos no contrato de gerenciamento de resíduos, ou seja, a destinação sustentável do subproduto, contribuiu com a eliminação de resíduos através da reutilização sem custo a cervejaria.

## CONCLUSÕES

Após pesquisa de campo e validação analítica foi determinado que a prática sustentável de reutilização do lodo desidratado para fabricação de tijolos foi aplicada com resultados satisfatórios. O gerenciamento de resíduos sólidos em uma cervejaria pode ser avaliado de acordo com a destinação correta dos materiais gerados na planta.

Os processos industriais apresentam impacto direto ao meio ambiente. Essas ações e a consciência na preservação ambiental são valores que devem estar associados a prática contínua. Com isso, a cervejaria pode contribuir efetivamente na destinação de resíduos, integrando suas ações para controle diferenciado do lixo gerado.

### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior –Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº 2717/201, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

### REFERÊNCIAS

BENLALLA, A.; EUMOUSSAOUTI, M.; DAHOU, M.; ASSAFI, M. Utilization of water treatment plant sludge in structural ceramics bricks, *Applied Clay Science*, vol 118, p. 171-177.

FREITAS, V.O; VIEIRA, M.S; ROSA, G.S; SOUZA, G.R. Proposta para o tratamento de lodo gerado no processo da ETA de Bagé. Siepe, Bagé/RS, VII. Ed, 2016.

HEGAZY, B. E. E.; AHMED, H. F.; HASSANAIN, A. M. Incorporation of water sludge, silica fume, and rice husk ash in brick making, advances in

*Environmental Research*, vol 1, nº1 (2012) p. 83-96.

RAMADAN, M. O.; Fouad, H. A.; HASSANAIN, A. M.; 2008. Reuse of water treatment plant sludge in brick manufacturing. *J. Appl. Sci. Res.* 4, p.1223–1229.

SILVA, C.A; SILVA, A.A; CRUZ, N.R; BORTOLOZZO, F.G; REZENDE, L.C.S.H; BERGAMASCO, R. Estudo da incorporação de lodo de eta em painéis de madeira aglomerada. COBEQ, Florianópolis/SC, XX. Ed, 2014.

TEIXEIRA, S. R.; SOUZA, S. A.; SOUZA, N. R.; ALESSIO, P.; SANTOS, G. T. A. Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural. *Anais 52º Cong. Bras. Ceram.* (2009) cdrom, p.215-220.

MENEZES, Romualdo R.; NEVES, G. D. A.; FERREIRA, Heber C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas como matérias-primas cerâmicas alternativas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.

TOYA, Hideki; SKIDMORE, Mark. Economic development and the impacts of natural disasters. *Economics letters*, v. 94, n. 1, p. 20-25, 2007.

FERNANDEZ, Lucas Plattner; MIKOWSKI, Paula Cristina Buss. Avaliação da viabilidade da utilização de lodo de estação de tratamento de água em peças de concreto para pavimentação intertravada. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

### LEISHMANIOSE VISCERAL E SUA RELAÇÃO COM A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

RAQUEL SAMPAIO JACOB

KARINE DORNELA ROSA

CAMILA MARTINS DE ALMEIDA

#### Resumo

Considerada uma das doenças prioritárias nos programas de controle da Organização Mundial da Saúde, a Leishmaniose Visceral é uma enfermidade de evolução crônica que, se não tratada, leva ao óbito na maioria dos casos. Presente em Minas Gerais desde a década de 1940, a doença, transmitida pelo chamado “mosquito palha”, está diretamente relacionada à disposição final de resíduos sólidos, devido ao ciclo reprodutivo do vetor, cujo desenvolvimento se dá em locais ricos em matéria orgânica. Diante disso, o presente trabalho se propõe a analisar os tipos de serviços de destinação final presentes no Estado de Minas Gerais, bem como a presença da doença em municípios com disposição inadequada, correlacionando-os a partir de um estudo do tipo caso-control. Os resultados obtidos confirmam a premissa de que há uma relação direta entre a Leishmaniose Visceral e uma disposição final incorreta dos resíduos sólidos nos municípios, uma vez obtido um risco relativo e razão de chances de 20%.

**Palavras chave:** Doenças. Resíduos sólidos. Transmissão.

#### Abstract

*Considered one of the priority diseases in the World Health Organization's control programs, Visceral Leishmaniasis is a chronic disease that, if left untreated, leads to death in most cases. Present in Minas Gerais since the 1940s, the disease, transmitted by the so-called "straw mosquito", is directly related to the final disposal of solid waste, due to the reproductive cycle of the vector, which develops in places rich in organic matter. Given this, this paper aims to analyze the types of final destination services present in the State of Minas Gerais, as well as the presence of the disease in municipalities with inadequate disposal, correlating them from a case-control study. The results confirm the assumption that there is a direct relationship between Visceral Leishmaniasis and incorrect final disposal of solid waste in the municipalities, once a relative risk and odds ratio of 20% was obtained.*

**Keywords:** Diseases. Solid waste. Transmissions..

#### INTRODUÇÃO

A disponibilidade dos serviços de saneamento básico, o qual contempla serviços de tratamento e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana, é

essencial para garantir a qualidade de vida da sociedade. A ausência destes pode e vai resultar em problemas relacionados à saúde da população (URH *et al*; 2016).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS,

2017), apenas 52,4% da população brasileira possui acesso à coleta, em que somente 43,1% do esgoto coletado no país é tratado. Quanto ao abastecimento de água, 83,5% da população brasileira possui sistema de abastecimento com água tratada. Entretanto, cerca de 35 milhões de brasileiros não possuem acesso a este serviço, considerado básico e essencial (SNIS, 2017). Ainda, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), em 78,6% dos municípios brasileiros constam redes de drenagem urbana. No entanto, somente 12,7% contam com coleta e amortecimento de águas pluviais, reduzindo, assim, a média brasileira.

No que tange ao gerenciamento de resíduos sólidos, de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017), o índice de cobertura em 2017 era de 91,2%, em que cerca de 59,1% do coletado era disposto em aterros sanitários, sendo 29 milhões de toneladas dispostos de forma inadequada, em aterros controlados e lixões. Em relação ao estado de Minas Gerais, que é o foco de estudo do presente trabalho, segundo a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2017), 60,08% da população urbana é

atendida por sistemas de destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) regularizados ambientalmente, havendo acréscimo de 2,3% em relação ao ano de 2016.

Tendo em vista a direta relação entre o saneamento básico e a saúde pública, é possível se afirmar que a falta de investimento neste setor afeta negativamente tanto a saúde pública individual, como o setor econômico, tornando necessário o aumento de gastos para controlar e combater as enfermidades resultantes desse déficit.

Nesse contexto, discute-se a Leishmaniose, que se caracteriza por ser uma enfermidade causada por protozoários do gênero *Leishmania* e transmitida através da picada de insetos vetores. É uma infecção zoonótica que afeta tanto animais quanto o homem (FOGANHOLI; ZAPPA, 2011). Considera-se que 90% dos casos de Leishmaniose na América Latina ocorrem no Brasil. DE SOUZA *et al.* (2012) discute a doença como uma fonte de preocupação sanitária, apontando para a necessidade de controle da infecção e o bloqueio da transmissão do protozoário *Leishmania* para os potenciais vetores. Sabe-se que, no Brasil, o vetor responsável pela transmissão da doença é a espécie

*Lutzomyia longipalpis*, o chamado “mosquito palha”, e que este se desenvolve em locais úmidos, sombreados e ricos em matéria orgânica.

A Leishmaniose Visceral (LV) está presente no estado de Minas Gerais desde a década de 1940, onde foram detectados os primeiros casos em humanos. No início, a doença era tipicamente rural, mas tem se configurado de forma diferente nos últimos anos (RESENDE *et al.*, 2009). De acordo com dados do Departamento de Informática do SUS (DATASUS, 2019), no ano de 2017 houve um elevado número da doença no estado de Minas Gerais. De acordo com o Panorama da destinação dos RSU em Minas Gerais, elaborado pela FEAM (2017), em 2016 57,78% da população urbana possuía atendimento por sistemas regularizados de disposição final dos resíduos, correspondendo a 9.658.332 habitantes, número que subiu para 60,08% no ano de 2017, o que equivale a 11.039.351 habitantes das áreas urbanas.

Assim, diante dos baixos índices de saneamento básico do país, pode-se perceber a intrínseca relação entre o manejo de resíduos sólidos e o controle da doença. (OLIVEIRA *et al.*, 2013; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019). Ainda, ressalta-se que, de acordo com o Ministério

da Saúde (2019) é importante que o combate ao inseto vetor no controle da LV no Brasil se dê por meio da chamada “higiene ambiental”, o qual adverte a população a respeito da limpeza urbana e disposição correta dos resíduos, principalmente em relação a resíduos orgânicos e locais úmidos, onde os mosquitos se desenvolvem, uma vez que o uso de inseticida só é recomendado em caso de surtos ou epidemias.

Diante do exposto, o presente trabalho se propõe a analisar os serviços inadequados de saneamento básico presentes no Estado de Minas Gerais, principalmente no quesito disposição e destinação dos resíduos sólidos, bem como sua relação com a doença parasitária leishmaniose visceral, de forma verificar se existe uma relação direta entre ambos, através de um estudo caso-controle. Essa busca decorre do melhor desenvolvimento do mosquito vetor da enfermidade em regiões com acúmulo de matéria orgânica.

## MATERIAL E MÉTODOS

A fim de se observar a relação existente entre a disposição correta dos resíduos sólidos urbanos e a Leishmaniose Visceral no estado de Minas Gerais, utilizou-se um estudo do tipo caso-controle, o qual tem como premissa a identificação

da doença, partindo-se dos indivíduos doentes (casos) que são comparados aos indivíduos sem doença (controle) para investigação da sua causa. Para isso, três questionamentos nortearam esse estudo: Qual a razão de chances (*Odds Ratio*) de municípios que não contam com serviços de aterro sanitário apresentarem casos de Leishmaniose? É possível associar a ausência de aterro sanitário, o qual, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) é considerado a forma adequada de disposição de resíduos, com casos da doença? Qual é o risco relativo de, em municípios que não contam com serviços de aterro sanitário, serem registrados casos da doença?

Diante disso, foram levantados dados fornecidos pela FEAM (2017) acerca dos municípios de Minas Gerais no que diz respeito às formas de disposição dos resíduos sólidos, sendo elas lixão, aterro controlado, aterro sanitário e Unidades de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos (UTC). Concomitantemente, foram analisados os casos confirmados de leishmaniose visceral no Estado, no ano de 2017, segundo o DATASUS (2019) de modo a se analisar a relação entre a disposição dos

resíduos e o surto de Leishmaniose no mesmo ano.

Foram considerados como “casos” todos os indivíduos dos municípios de Minas que apresentaram a doença no ano de 2017. Já os “controles” são os indivíduos que não apresentaram a doença, no mesmo período. Vale ressaltar que, para o cálculo do risco relativo, foram considerados todos os municípios que não possuem disposição de RSU em aterro sanitário e que registraram casos no ano de 2017. Além disso, ressalta-se que, para fins de análise, foram analisados somente 92 dos 853 municípios do estado, tendo em vista que são os municípios em que foram registrados casos da doença no ano em estudo.

Para obtenção dos resultados, foi feita a associação entre a doença e a disposição dos resíduos através do cruzamento dos dados obtidos, utilizando-se parâmetros estatísticos, conforme descrito abaixo. Inicialmente, determinou-se a incidência da doença (CI) na população mineira que habita os municípios em que foram registrados casos, com base na razão entre o número de casos e a população saudável, mas sob risco, ambos referentes aos 92 municípios em estudo, conforme Equação:

$$C.I. = \frac{\text{n}^\circ \text{ casos novos da doença}}{\text{população sob risco}} \times 100 \quad (1)$$

Posteriormente, foi determinado o *Odds Ratio* (OR) e o risco relativo (RR), que permitem, a partir do seu resultado final, concluir se há possibilidade de associação entre os fatores analisados.

De acordo com Wagner e Callegari-Jacques (1998), o Risco Relativo (RR) pode ser utilizado para comparar tanto densidades de incidência quanto incidências cumulativas. Ainda, pode ser definido como uma medida de força que se dá a partir da associação entre um fator de risco e o desfecho de um estudo epidemiológico. É calculado com base na razão entre as incidências entre indivíduos expostos (casos) e não expostos (controles), com base na Equação:

$$RR = \frac{\text{Risco nos indivíduos expostos}}{\text{Risco nos indivíduos não expostos}} = \frac{\left(\frac{a}{a+b}\right)}{\left(\frac{c}{c+d}\right)} \quad (2)$$

Em que:

a representa os indivíduos doentes dos municípios que contam com aterro sanitário;

b representa os indivíduos não doentes dos municípios que contam com aterro sanitário;

c representa os indivíduos doentes dos municípios que não contam com aterro sanitário;

d representa os indivíduos não doentes dos municípios que não contam com aterro sanitário;

Segundo Rumel (1986), o *Odds Ratio* (OR) é uma medida de associação utilizada em estudos do tipo caso-controle e em estudos transversais controlados. É também chamado de razão de produtos cruzados, comparando a proporção de expostos entre os casos com a proporção de expostos entre os controles. Ainda segundo o autor, o *Odds Ratio* acompanha o risco relativo, que também é uma das medidas de associação mais utilizadas em estudos epidemiológicos. Assim, compare-se a razão entre dois riscos, ou seja, a incidência entre os expostos com a incidência entre os não expostos, conforme Equação:

$$OR = \frac{a \times d}{c \times b} \quad (3)$$

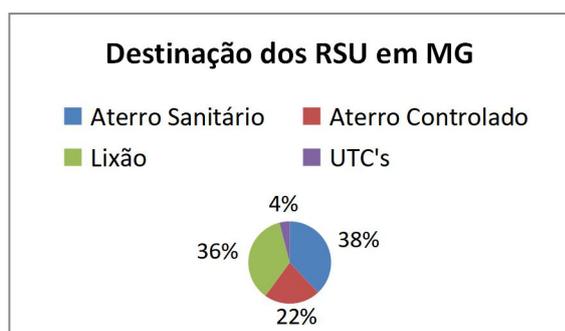
Para a realização dos cálculos e determinação dos valores de RR e OR, foi elaborada uma Tabela 2x2, na qual constam os valores referentes ao número de indivíduos doentes e não doentes nos municípios do estado de Minas Gerais que apresentaram casos.

Segundo Carmona (2017), em ambos os casos, a interpretação segue o seguinte disposto: Se  $>1$ , fator de risco/chance; Se  $<1$ , fator de proteção. Logo, se ambos os fatores resultarem em valores superiores a 1, significa que a possibilidade de associação entre os fatores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do cruzamento dos dados obtidos acerca das disposições de resíduos em Minas Gerais e dos dados sobre casos de Leishmaniose Visceral no estado, foi elaborada uma tabela contendo os 92 municípios infectados com a doença, bem como o número de casos de cada um, a população total e o tipo de destinação que cada município dá aos seus resíduos. Assim, a partir desses dados pôde-se gerar um gráfico que evidencia a proporção do tipo de destinação adotada dentre os 92 infectados, conforme o Gráfico 1.

**Gráfico 1:** Gráfico representativo da disposição dos RSU nos municípios infectados.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2019.

Como pode ser observado no gráfico 1, apenas 38% dos municípios infectados com a doença dispõem de aterro sanitário, considerado como a forma adequada de disposição de resíduos segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010). Ou seja, 62% dos municípios infectados não dão a destinação correta aos seus resíduos.

Cabe ressaltar que UTC's não são consideradas como disposições irregulares, mas, para fins de análise e por não se tratarem propriamente de aterros sanitários, foram englobadas ao grupo do que seria "incorreto" de acordo com a Política Nacional. Isso, porque o principal objetivo dessas unidades é promover a reciclagem e o reaproveitamento de resíduos, e não somente o seu destino final, além de corresponderem a uma pequena parcela nos estados brasileiros. As mesmas são definidas como empreendimentos que objetivam separar os resíduos em três frações: materiais potencialmente recicláveis, matéria orgânica e os rejeitos, em que cada uma delas recebe o devido tratamento (FEAM, 2017).

Considerando o resultado obtido e, a fim de se apresentar respostas às questões norteadoras do trabalho, foi elaborada uma

Tabela 2x2, em que se considera o número de casos (doentes) e controles (não doentes), segundo a presença ou não de aterro sanitário, conforme a Tabela 1 a seguir.

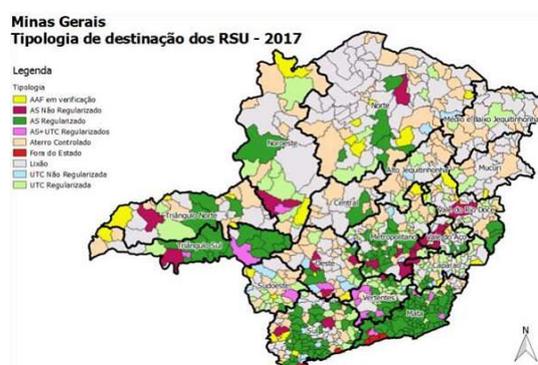
**Tabela 1:** Número de casos e controles segundo a presença ou não de aterro sanitário

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2019.

A partir da Tabela 1 foi possível calcular a razão de chances (OR) e o risco relativo (RR) de um município, que não possui aterro sanitário, desenvolver a doença. O resultado obtido para ambos os parâmetros foi um  $OR=RR= 1,2032$ . Ou seja, um município que não possui uma destinação correta de resíduos (aterro sanitário) tem uma razão de chances e um risco relativo de cerca de 20% de estar infectado com a doença.

No estado, a disposição final dos resíduos sólidos ocorre, prioritariamente, em quatro modalidades diferentes: lixão, aterro controlado, aterro sanitário e UTC. Alguns municípios contam apenas com as AAF's, que são as Autorizações Ambientais de Funcionamento (FEAM, 2017). A Figura 3 apresenta essas modalidades de destinação no estado, referente aos seus 853 municípios, de acordo com o Território de Desenvolvimento.

**Figura 1:** Modalidade de destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais.



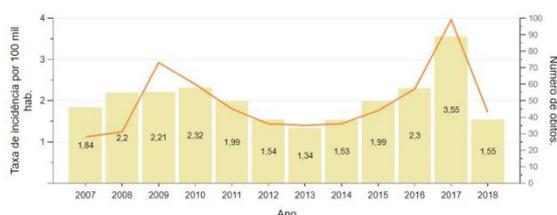
Fonte: FEAM, 2017.

Assim, ao analisar a Figura 1, percebe-se que a região da Mata apresenta o melhor percentual da população urbana que é atendida por serviços regularizados de destinação, seguido pelos territórios Metropolitanos e Triângulo Sul. Ademais, é possível concluir que a região do Jequitinhonha é a que apresenta um maior déficit em relação a esse quesito, tendo a destinação dos resíduos da população urbana principalmente em lixões. Portanto, é notório que uma elevada quantidade de municípios, principalmente na região norte e nordeste, têm sua destinação final de resíduos em lixões, o que resulta em uma

preocupação com a saúde pública e ambiental, visto que há uma relação entre essa destinação incorreta e a infecção com a doença.

De acordo com dados do DATASUS (2019), no ano de 2017 houve um elevado número de casos de leishmaniose visceral no Estado de Minas Gerais, o que pode ser comprovado observando-se a Figura 2, que evidencia uma elevada incidência da doença, bem como um elevado número de óbitos no ano.

**Figura 2:** Taxa de Incidência por 100.000 hab. e número absoluto de óbitos no estado de Minas Gerais



FONTE: Sala de Apoio à Gestão Estratégica, 2018.

Ainda segundo dados do DATASUS (2019), percebe-se que cidades localizadas nas Regiões Norte e Nordeste do Estado apresentaram um número elevado de casos quando comparadas a cidades de outras regiões. Como exemplo, tem-se a cidade de Montes Claros, situada no Norte de Minas Gerais, que apresentou, no ano de 2017, 227 casos confirmados de leishmaniose, enquanto Itabira, cidade da

Região Leste do Estado, apresentou, no mesmo ano, 8 casos confirmados de indivíduos infectados pela doença.

Por fim, vale ressaltar que a disposição de resíduos sólidos não é o único fator que influencia no número de casos de indivíduos doentes. De acordo com Lima (2017), após a realização de estudos estatísticos, há uma evidência de que um aumento no índice pluviométrico influencia no aumento da incidência da doença em estudo. Ainda segundo o autor, a incidência aumenta em 0,6/100.00 hab. para cada 100 mm de chuvas adicionais no ano.

## CONCLUSÕES

Nesse trabalho, buscou-se verificar e confirmou-se que há uma relação direta entre a Leishmaniose Visceral e a disposição final dos resíduos sólidos nos municípios. Ao analisar o número de casos confirmados em algumas cidades da Região Norte do Estado e, simultaneamente, a forma de disposição de resíduos das mesmas cidades, nota-se que a disposição incorreta pode ser um fator relevante de influência para o elevado número de casos.

O exposto evidencia a importância de uma adequação dos mesmos ao disposto pela Política Nacional dos Resíduos

Sólidos, que institui, como destinação correta, o uso de aterros sanitários, sendo que aterros controlados e lixões propiciam, para além dos problemas sociais e ambientais existentes, também graves problemas de saúde pública como é o caso da doença em estudo. Quanto ao poder público, ressalta-se a necessidade de uma cobrança mais incisiva e uma fiscalização mais eficiente quanto ao cumprimento de políticas públicas já estabelecidas.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>> Acesso em: 06 jun. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)> Acesso em: 10 jun. 2019.

CARMONA, Fábio. **Medidas de Associação, correlação e significância**. Departamento de puericultura e pediatria. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. São Paulo, 2017. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4096590/mod\\_resource/content/3/1b%20Med](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4096590/mod_resource/content/3/1b%20Med)

[idas%20de%20associac%CC%A7a%CC%83o.pdf](http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftoh.tm.exe?sinannet/cnv/leishvmg.def)> Acesso em: 10 jun. 2019.  
*DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. DATASUS: Leishmaniose Visceral – Casos confirmados notificados no sistema de informação de agravos de notificação – Minas Gerais. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftoh.tm.exe?sinannet/cnv/leishvmg.def>> Acesso em: 06 jun. 2019.*

*FOGANHOLI, Josiane Nobre; ZAPPA, Vanessa. Importância da Leishmaniose na saúde pública. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, São Paulo, ano IX, n. 17, jul. 2011.*

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **FEAM: Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no estado de minas gerais em 2017**. Belo Horizonte, Junho, 2018. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/2018/RESIDUOS/MINAS\\_SEM\\_LIXOES/Relat%C3%B3rio\\_de\\_Progresso\\_2018\\_-\\_PANORAMA\\_RSU\\_Ano\\_base\\_2017\\_FINAL-junho\\_2018.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2018/RESIDUOS/MINAS_SEM_LIXOES/Relat%C3%B3rio_de_Progresso_2018_-_PANORAMA_RSU_Ano_base_2017_FINAL-junho_2018.pdf)> Acesso em: 05 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008**. Minas Gerais: IBGE, 2008. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

LIMA, Iraci Duarte de. **Fatores sociais e ambientais associados com a Leishmaniose Visceral e com a coinfeção LV/HIV-AIDS no Rio Grande do Norte, 1990 a 2014**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância de Saúde/MS. **Leishmaniose Visceral, 2019**. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/leishmaniose-visceral>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

OLIVEIRA, Gêssica Camila de; JURADO, Sonia Regina; CARNEIRO, Liliane Moretti; MENONI, Silvia Mendonça. **Inter-relação entre leishmaniose visceral e saneamento básico**. In: 2º CONVIBRA – GESTÃO, EDUCAÇÃO E PROMOÇÃO DA SAÚDE, 2013. Disponível em: <[http://www.convibra.com.br/upload/pape\\_r/2013/72/2013\\_72\\_7664.pdf](http://www.convibra.com.br/upload/pape_r/2013/72/2013_72_7664.pdf)> Acesso em: 06 jun. 2019.

RESENDE, Simone Marrocos de Resende; MOREIRA, Eliana Furtado; PINTO, Idikó Miranda. Integração das redes pública e privada como instrumento na organização do diagnóstico sorológico para leishmaniose visceral americana canina em Minas Gerais. **BEPA, Boletim Epidemiológico Paulista**, São Paulo, v. 6, n. 67, jul. 2009.

RUMEL, Davi. “Odds Ratio”: Algumas considerações. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, 20: 251-6, 1986.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 30 de julho de 2019.

DE SOUZA, Marcos Antônio; NUNES, Renan Flávio de França; VIANA, Társila

da Costa; MARINHO, Maria Jocileide de Medeiros; MOREIRA, Paula Vivianne Souza de Queiroz; PEREIRA, Wogelsanger Oliveira. Leishmaniose Visceral Humana: do diagnóstico ao tratamento. **Revista de Ciências da Saúde Nova esperança**, João Pessoa, v.10, n.2, p. 61-69, dez. 2012.

[UHR, Júlia Gallego Ziero; SCHMECHEL, Mariana; UHR, Daniel de Abreu Pereira. Relação entre Saneamento Básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. \*\*Revista de Administração, Contabilidade e Economia da FUNDACE, Ribeirão Preto, v. 7, n. 2, jun, 2016.\*\*](#)

WAGNER, Mário Bernardes; CALLEGARI-JACQUES, Sídia Maria. Medidas de associação em estudos epidemiológicos: risco relativo e odds ratio. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 74, n. 3, p. 247-251, 1998.

### LIGAS ACADÊMICAS DE ENGENHARIA CIVIL DA PUC MINAS – UNIDADE BARREIRO

RAQUEL SAMPAIO JACOB

ALINE DE ARAÚJO NUNES

KARINE DORNELA ROSA

CAMILA RIBEIRO DA SILVA BASTOS

#### Resumo

*Considerando as exigências do mercado de trabalho atual, que almeja um novo perfil de profissional, torna-se essencial que os estudantes de graduação busquem ampliar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, de forma a se qualificar e melhorar suas competências. Nesse contexto, os graduandos do curso de Engenharia Civil da PUC Minas foram motivados a criar as Ligas Acadêmicas de Engenharia Civil (LAEC), com o intuito de aprimorar e fortalecer as frentes de ensino, pesquisa e extensão, buscando por meio destas desenvolver habilidades essenciais para o perfil do profissional moderno. Dessa forma, este artigo objetiva apresentar as atividades das LAEC, mais especificamente a Liga Acadêmica de Hidráulica e Saneamento (LAHS), bem como os resultados observados na formação dos acadêmicos e suas influências no curso. De maneira análoga às outras Ligas, as atividades realizadas pela LAHS se caracterizam por visitas técnicas, elaboração de projetos e artigos científicos, participação em palestras, eventos e minicursos e disseminação do aprendizado adquirido para os demais alunos do curso. Em linhas gerais, a formação das LAEC representou um grande avanço para os discentes integrantes, assim como para todos os discentes beneficiados pelas atividades. As experiências e atividades compartilhadas proporcionaram um viés mais prático para o curso.*

**Palavras chave:** Trabalho em equipe. Ensino superior. Habilidades. Competências. Recursos Hídricos.

#### Abstract

*Considering the demands of the current job market, which seeks a new professional profile, it is essential that undergraduate students develop the knowledge acquired in the classroom in order to qualify and improve their skills. In this context, the graduates of the Civil Engineering course at PUC Minas created the Civil Engineering Academic Leagues (LAEC), with the purpose of improving and strengthening the abilities of teaching, research and extension, seeking through these to develop essential skills to the profile of the modern professional. Thus, this article aims to present the activities of LAEC, more specifically the Academic League of Hydraulics and Sanitation (LAHS), as well as the results observed in the training of academics and their influences in the course. Similar to the other Leagues, the activities carried out by the LAHS are characterized by technical visits, preparation of scientific projects and articles, participation in lectures, events and mini-courses and dissemination of the learning acquired for the other students of the course. In general terms, the formation of the*

*LAEC represented a great advance for the participating students, as well as for all the students benefited by the activities. Shared experiences provided a greater practical edge to the course.*

**Keywords:** *Team work. Higher education. Skills. Water resources.*

## INTRODUÇÃO

De acordo com Torres *et al.* (2008, apud QUEIROZ *et al.*, 2014) as Ligas Acadêmicas (LA) foram criadas no Brasil no decorrer da ditadura militar. Nesse período, o contexto propiciava questionamentos relativos às universidades, no que diz respeito aos ensinamentos empreendidos pelas mesmas, bem como seu direcionamento e aplicabilidade em expandir os conhecimentos teóricos.

Após a ditadura militar, em um período caracterizado por reformas nas Faculdades de Medicina, na década de 90, houve uma nova expansão das ligas acadêmicas, sendo tal iniciativa importante para suprir as carências curriculares e para adaptação às novas mudanças. Ressalta-se que o contexto de Ligas Acadêmicas era, e ainda é, mais utilizado na área da saúde (SANTANA, 2012).

Ainda de acordo com Santana (2012), transcorrido algum tempo a Liga ganhou um formato diferente, tendo seu trabalho fundamentado em três pilares: educação, pesquisa e extensão. É constituída por um grupo de alunos de qualquer fase da graduação, não apresenta

fins lucrativos e conta com o apoio de professores orientadores de cada área do curso, com o objetivo de aprofundar e praticar o conhecimento em um determinado tema.

As Ligas Acadêmicas são, então, uma oportunidade do aluno ampliar os seus conhecimentos e se qualificar profissionalmente, possibilitando ao acadêmico um maior contato com a sociedade. De acordo com Andrade *et al.* (2005, apud LIMA *et al.*, 2008), o exercício dessas atividades extracurriculares acrescentam cinco domínios principais aos seus integrantes, como conhecimento e habilidades acadêmicas, complexidade cognitiva, competência prática e interpessoal. Assim, a liga é também uma possibilidade do acadêmico enriquecer seu currículo profissional, além de ampliar sua visão para o mercado de trabalho.

Nesse contexto, as Ligas Acadêmicas de Engenharia Civil (LAEC) da PUC Minas, Unidade Barreiro (Belo Horizonte – MG), são organizações estudantis, sem fins lucrativos, que surgiram com o propósito de unir os

conhecimentos teóricos, adquiridos em sala de aula, com atividades práticas relacionadas à área, buscando ampliar os conhecimentos dos discentes do curso. No processo de criação, optou-se por separar as atividades de acordo com as áreas de atuação do curso. Inicialmente, foram criadas as Ligas nas áreas de Estruturas (LAE), Geotecnia (LAG) e Hidráulica e Saneamento (LAHS). Hoje há também a Liga de Transportes e Mobilidade (LATRAM). Ainda, pretende-se criar a Liga de Construção Civil.

Considerando, então, a diversidade de áreas contempladas no trabalho das LAEC PUC Minas, e ainda a temática principal deste evento, que corresponde aos Recursos Hídricos, este trabalho tem como objetivo principal apresentar as iniciativas da Liga Acadêmica de Hidráulica e Saneamento da PUC Minas, que vem atuando de forma ativa no âmbito desta importante área do curso de Engenharia Civil, além dos impactos destas iniciativas na formação dos alunos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **A LAHS como oportunidade de qualificação na área de recursos hídricos**

Atualmente, o setor de recursos hídricos no Brasil tem sido um assunto

marcante, em decorrência das constantes crises hídricas enfrentadas pelo país. De acordo com Tundisi (2008), o aumento gradativo da população e a falta de infraestrutura e recursos evidenciaram ainda mais essa crise.

Os recursos hídricos são de grande importância para a economia do país, devido aos seus usos múltiplos, como o consumo urbano, agrícola e industrial, transporte, pesca, mineração, geração de energia, lazer e saneamento. Nesse sentido, o interesse por parte dos profissionais nessa área teve um aumento expressivo, considerando ainda as crescentes oportunidades.

Diante do exposto e levando em consideração o fato de que a atual crise econômica do país culminou em uma redução na oferta de empregos, torna-se essencial que os estudantes, e futuros profissionais, busquem um aprimoramento no currículo profissional, considerando ainda que as empresas buscam um diferencial nos candidatos que possivelmente irão compor o seu quadro de funcionários. Assim, a LAHS surge com o propósito de auxiliar o aluno a se qualificar na área de recursos hídricos, pensando em uma futura inserção desse aluno no

mercado de trabalho, ou até mesmo como uma preparação para a carreira acadêmica.

### **Iniciativas da LAHS**

Inicialmente, é importante mencionar que as LAEC surgiram na PUC Minas Barreiro no final ano de 2016, por iniciativa de um grupo de alunos, com o apoio da coordenação do curso de Engenharia Civil e professores orientadores. O grupo começou com um total de 5 alunos e o primeiro processo seletivo para a entrada de novos integrantes aconteceu em fevereiro de 2017. Nessa ocasião, cada LA (LAE, LAG, LAHS) iniciou os trabalhos com 5 integrantes, totalizando 15 alunos inseridos nas LAEC.

Posteriormente, as LAEC cresceram dentro do curso, promovendo semestralmente um processo seletivo, contando atualmente com um total de 25 integrantes, divididos em 4 Ligas (LAE, LAG, LAHS, LATRAM).

A LAHS, foco deste trabalho, aborda como temáticas principais as áreas de modelagem hidrológica, drenagem urbana, abastecimento de água e tratamento de esgoto. De maneira análoga às outras Ligas, as atividades realizadas se caracterizam por:

- Elaboração de artigos científicos, vislumbrando a publicação em revistas ou anais de congressos. Um exemplo pode ser observado na Figura 1, com a apresentação de um artigo no 3º Congresso Internacional RESAG 2017;
- Elaboração de manuais para a utilização de softwares relacionados à área de recursos hídricos, bem como a realização de minicursos relativos aos mesmos. Na Figura 2 é apresentado o minicurso do software ABC6, ofertado para os integrantes da LAHS, que posteriormente passaram a ofertar este minicurso para as turmas da disciplina de Engenharia de Recursos Hídricos.

# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

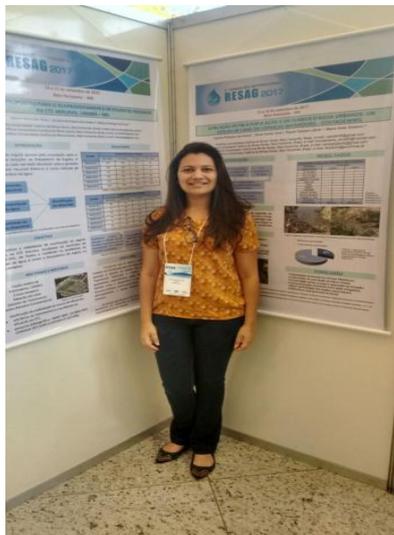


Figura 1 – Apresentação de trabalho realizada por membro da LAHS no 3º Congresso Internacional.  
Fonte: Autoras.



Figura 2 – Realização de minicurso do *software* ABC6.  
Fonte: Autoras.

- Realização de visitas técnicas. Um exemplo pode ser observado na Figura 3, com a visita técnica realizada no Centro de Monitoramento do Radar Meteorológico de Mateus Leme (MG), localizado na sede do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM);

- Apresentações em diversas disciplinas do curso de Engenharia Civil da PUC Minas, cujo objetivo principal é demonstrar aplicações práticas de conteúdos ministrados no âmbito do curso. Como exemplos de atividades realizadas (em conjunto, pelas quatro Ligas), tem-se a apresentação nas disciplinas de Introdução à Engenharia Civil (Figura 4), lecionada no 1º período do curso, Probabilidade e Estatística, lecionada no 4º período do curso, e Engenharia de Recursos Hídricos, lecionada no 7º período do curso.



Figura 3 – Visita técnica realizada no Centro de Monitoramento do Radar Meteorológico.  
Fonte: Autoras.



Figura 4 – Apresentação dos membros da LAHS na disciplina de “Introdução à Engenharia Civil”.

Fonte: Autoras.

- Organização e participação em eventos. Como exemplos de atividades realizadas em conjunto por todas as Ligas, citam-se:

- Participação em eventos da Universidade, como o “PUC Aberta” (Figura 5), cujo objetivo principal é apresentar aos alunos do ensino médio as características principais dos cursos de graduação, bem como as possíveis áreas de atuação; e

- Evento organizado pelos membros das Ligas Acadêmicas de Engenharia Civil, denominado “Se Liga - Semana das Ligas Acadêmicas da Engenharia Civil” (Figuras 6 e 7). O evento teve o apoio da coordenação do curso e do

corpo docente, com o objetivo de proporcionar aos alunos de Engenharia Civil conhecimentos e práticas extraclasse, além de promover uma visão ampliada das áreas específicas de atuação do Engenheiro Civil. Foram ofertados minicursos, sendo estes: excel básico; conhecimentos básicos em Ftool; e software Compor 90 (software de orçamentos).

Além dos minicursos, o evento contou com várias palestras, sendo estas realizadas pelos próprios professores do curso, de forma a abordar todas as áreas da Engenharia Civil.



Figura 5 – Participação dos membros das LAEC no evento “PUC Aberta”.

Fonte: Autoras.



Figura 6 – Semana das Ligas Acadêmicas da Engenharia Civil – PUC Minas Unidade Barreiro.  
Fonte: Autoras.



Figura 7 – Semana das Ligas Acadêmicas da Engenharia Civil – PUC Minas Unidade Barreiro.  
Fonte: Autoras.

Considerando, então, as atividades realizadas pelos alunos integrantes da LAHS, juntamente com os integrantes das demais Ligas, muitos resultados foram conquistados não apenas para os alunos diretamente envolvidos, mas também para os demais alunos do curso de Engenharia Civil, que foram beneficiados de forma direta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A formação da LAHS trouxe aos seus integrantes características importantes associadas à responsabilidade e ao comprometimento com as atividades executadas, sendo necessária uma constante troca de experiências e habilidades diante dos desafios apresentados. O crescimento pessoal para um membro da Liga se deve também à convivência com diferentes ideologias sobre um determinado assunto, tornando o aprendizado mútuo e proporcionando a ampliação dos conhecimentos.

Vale ainda mencionar que essa experiência tem um papel fundamental na formação do aluno para um mercado de trabalho que exige, cada vez mais, que o profissional saiba trabalhar em equipe e que tenha bom relacionamento com os colegas, de forma a realizar com excelência as atividades propostas pela empresa. Nesse sentido, para realizar as atividades propostas, certamente é necessário que o integrante da Liga coloque em prática suas habilidades relacionadas à proatividade, o que também é um diferencial para atuação no mercado de trabalho.

No que se refere às habilidades associadas à parte técnica, as experiências

práticas que são conquistadas pelos integrantes da Liga durante todo o semestre, como visitas técnicas, elaboração de projetos e artigos científicos e participação em palestras, eventos e minicursos, auxiliam em um maior entendimento da área, além de despertar no aluno um maior interesse de atuação na mesma. Assim, o conhecimento ultrapassa as fronteiras da academia, ganhando um cunho prático, o que garante ao aluno uma maior confiança e uma melhor preparação para se candidatar a qualquer vaga de trabalho que lhe for proposta.

Vale mencionar que, no sentido de despertar um maior interesse pela área de atuação da Liga, resultados semelhantes foram obtidos na formação da Liga Baiana de Cirurgia Plástica (LBCP), que se consolidou na Universidade Federal da Bahia, considerando que dos quatorze membros, 71,4% não tinham interesse na área cirúrgica quando iniciaram a Liga. Ao final de um ano, obteve-se uma inversão, sendo que 78,6% dos alunos passaram a se interessar em atuar futuramente como cirurgião plástico (FERREIRA et al., 2008).

Ainda nesse sentido, a convivência dos integrantes da Liga com os professores orientadores também se mostrou com um

diferencial, uma vez que as orientações proporcionam uma percepção construtiva para cada área de conhecimento, trazendo aos integrantes críticas e melhorias nos projetos que são realizados, para que a cada semestre a Liga ganhe força dentro da Universidade. A experiência adquirida e repassada é única e memorável para o aluno que tem essa oportunidade de troca durante a sua formação.

É importante mencionar que alguns alunos integrantes e ex-integrantes das Ligas Acadêmicas de Engenharia Civil já relataram algumas experiências positivas vivenciadas em processos seletivos. Os relatos mencionam a importância dada no momento da entrevista ao fato de o aluno já fazer parte de um grupo técnico da área de interesse da vaga, além da necessidade de habilidade com softwares que já haviam sido trabalhados em minicursos. Adicionalmente, vale mencionar que os alunos relatam maior tranquilidade para expor as ideias.

Por fim, a LAHS, juntamente com as outras Ligas, é de grande importância para o curso de Engenharia Civil da PUC Minas, Unidade Barreiro, tendo em vista o fato de que buscam expandir suas atividades aos demais alunos do curso. Como exemplo, a partir dos minicursos

realizados, os membros são capacitados e incentivados a compartilhar o conhecimento com os demais alunos do curso, muitas vezes associando aulas de softwares ou atividades práticas em disciplinas do curso que eram totalmente teóricas. Assim, além de realizarem tal capacitação, acabam por despertar o interesse dos demais alunos em participar de atividades extracurriculares ou até mesmo das Ligas Acadêmicas de Engenharia Civil.

### CONCLUSÕES

A formação das Ligas Acadêmicas de Engenharia Civil, no âmbito do curso de Engenharia Civil da PUC Minas Barreiro, representou um grande avanço para os discentes integrantes desta iniciativa, assim como para todos os discentes beneficiados pelas atividades da mesma. As experiências e atividades compartilhadas proporcionaram um maior cunho prático para o curso.

Enfatiza-se a importância da expansão da ideia da Liga Acadêmica para além da PUC Minas, Unidade Barreiro, uma vez que a mesma possibilita aos alunos o desenvolvimento de habilidades consideradas essenciais para a sua formação com excelência, agregando de maneira concreta diversos conhecimentos

que vão além da grade curricular. Assim, é possível que outros alunos, de outros cursos e instituições, obtenham esse importante crescimento pessoal e profissional.

Por fim, a formação de nível superior é uma importante etapa na construção de uma carreira profissional sólida. No entanto, as empresas têm procurado, cada vez mais, profissionais que apresentem habilidades diferenciadas e que acrescentem em seu ambiente de trabalho. Dessa forma, o aluno que investe em atividades extracurriculares e que busca expandir os seus conhecimentos com práticas que ultrapassam as fronteiras da Universidade, garante um crescimento pessoal e profissional, fornecendo um perfil inovador no âmbito do mercado de trabalho.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos integrantes de todas as LAEC, por todo apoio e incentivo.

### REFERÊNCIAS

DE QUEIROZ, S.J.; et. al. (2014). A Importância Das Ligas Acadêmicas Na Formação Profissional E Promoção De Saúde. **Revista Fragmentos de Cultura**, v.24, pp. 73-78.

FERREIRA.; et. al. (2008). Ligas acadêmicas: o que há de positivo? Experiência de implantação da Liga Baiana de Cirurgia Plástica. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v.23, pp. 158-161.

LIMA, M.C.P.; et. al. (2008). Ligas Acadêmicas e formação médica: contribuições e desafios. **Revista Interface - Comunicação, Saúde, Educação**,

v.12, nº 27.

SANTANA, A.C. (2012). Ligas acadêmicas estudantis. O mérito e a realidade. **Revista Medicina**, 45(1), pp. 96-98.

TUNDISI, J.G. (2008). Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, 22(63), pp. 7-16.

### AValiação DO IMPACTO DA EXECUÇÃO DE PROJETOS HIDROAMBIENTAIS NA QUANTIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BICUDO, AFLUENTE DO RIO DAS VELHAS, EM MINAS GERAIS

ROBERTO CEZAR ALMEIDA MONTE-MOR

#### Resumo

*A escassez hídrica e o intenso uso da água pelo setor agropecuário têm provocado conflitos sociais e problemas ambientais na bacia hidrográfica do rio Bicudo, afluente do rio das Velhas, em Minas Gerais. Entre os anos de 2015 e 2016 foram construídas 308 barraginhas nos municípios de Corinto/MG e Morro da Garça/MG, nos quais a bacia do rio Bicudo está inserida. Tais intervenções são financiadas com o recurso da cobrança pelo uso da água na bacia do rio das Velhas. Assim, este estudo tem por objetivo investigar o quanto os projetos hidroambientais, para recuperação de áreas degradadas, podem ser eficazes no incremento da oferta hídrica da bacia do Rio Bicudo. Para isto, foi efetuada a análise do comportamento dos dados hidrológicos de monitoramento fluviométrico e pluviométrico, disponibilizados por estações de monitoramento operadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas – ANA. Foram avaliados os cenários anteriores e posteriores à construção das barraginhas, em termos de quantidades de precipitação na área de entorno das bacias de contenção e em termos de quantidades de vazões médias na foz do Rio Bicudo. Foi observado que houve uma tendência de aumento da vazão média anual para os anos posteriores à implantação das barraginhas, mesmo quando houve diminuição da precipitação total anual. Os resultados obtidos indicam que a execução de práticas do tipo barraginhas em localidades rurais é capaz de promover o aumento da disponibilidade hídrica, nos cursos d'água a jusante destas intervenções.*

**Palavras chave:** Barraginhas. Disponibilidade hídrica. Monitoramento hidrológico.

### *Abstract*

*Water shortage and intense use of water by the agricultural sector have caused social conflicts and environmental problems in the Bicudo river basin, a tributary of the Velhas River in Minas Gerais. Between 2015 and 2016, 308 containment basins were built in the cities of Corinto/MG and Morro da Garça/MG, in which the Bicudo River basin is inserted. Such interventions are funded through the use of water charges in the Velhas River basin. Thus, this study aims to investigate how effective hydro-environmental projects for the recovery of degraded areas can be in increasing the water supply of the Bicudo River basin. For this, the behavior analysis of the hydrological data of fluviometric and rainfall monitoring, made available by monitoring stations operated by the Mineral Resources Research Company - CPRM under the responsibility of the National Water Agency - ANA, was performed. The scenarios before and after the construction of the containment basins were evaluated, in terms of precipitation amounts in the area surrounding the catchment basins and the average flow rate at the mouth of the Bicudo River. It was observed that there was a tendency of increase of the average annual flow for the years after the implementation of the barraginhas, even when there was a decrease of the total annual precipitation. The results indicate that the implementation of barraginhas practices in rural locations is capable of promoting the increase of water availability in the water courses downstream of these interventions.*

**Keywords:** *Containment basins. Water availability. Hydrological monitoring.*

### **INTRODUÇÃO**

A escassez hídrica e o intenso uso da água pelo setor agropecuário têm causado conflitos sociais e problemas ambientais na bacia hidrográfica do rio Bicudo, afluente do rio das Velhas, em Minas Gerais. Com 801 km, o rio das Velhas é o maior afluente em extensão da Bacia do São Francisco. Esse rio nasce no município de Ouro Preto, dentro do Parque Municipal das Andorinhas, e deságua no rio São Francisco no distrito de Barra do Guaicuy, município de Várzea da Palma (CBH VELHAS, 2019).

Uma consequência desse cenário de uso e ocupação do solo é a poluição difusa, proveniente dos processos de erosão e sedimentação, que tem sido apontada como

responsável pela degradação dos recursos hídricos e da fertilidade dos solos em bacias hidrográficas, provocando assim o aumento dos custos de tratamento da água (GRUPO NEOGEO, 2016).

A bacia hidrográfica do rio Bicudo possui alguns rios intermitentes, fazendo com que a disponibilidade hídrica nos períodos de seca seja um dos maiores desafios da representativa população rural da bacia, que utiliza a água na produção agrícola e pecuária. Quanto à susceptibilidade erosiva, esta bacia apresenta 52,81% de seu território com forte fragilidade à erosão e 39,68% com média fragilidade. As características naturais do terreno, a compactação do solo

e a ocupação desordenada aceleram os processos erosivos (CBH VELHAS, 2019).

Os sistemas de barraginhas consistem em dotar as propriedades rurais com várias pequenas bacias de contenção dispersas, de modo que cada uma colha uma determinada enxurrada significativa. Dessa forma, as barraginhas promovem a distribuição das enxurradas no terreno, colhendo a água da chuva onde ela cai, sem deixá-la escorrer e causar danos, como erosões, assoreamentos e carreamento de poluentes veiculados pelo escoamento superficial, podendo até amenizar enchentes (RODRIGUES et al., 2012).

As intervenções do tipo barraginhas são construídas com o intuito de se aproveitar a água da chuva, e de se promover a recarga do lençol freático, visando a médio e longo prazo perenizar nascentes, pequenos rios e ribeirões de uma sub-bacia. As barraginhas atuam no controle de enxurradas, evitando a formação de erosão, degradação dos solos e assoreamento dos rios; na filtração da água acumulada para alimentação dos mananciais; e na umidificação do solo favorecendo o cultivo de lavouras em seu entorno (PEDREIRA et al., 2014).

A Figura 1 apresenta uma bacia de contenção ou barraginha.

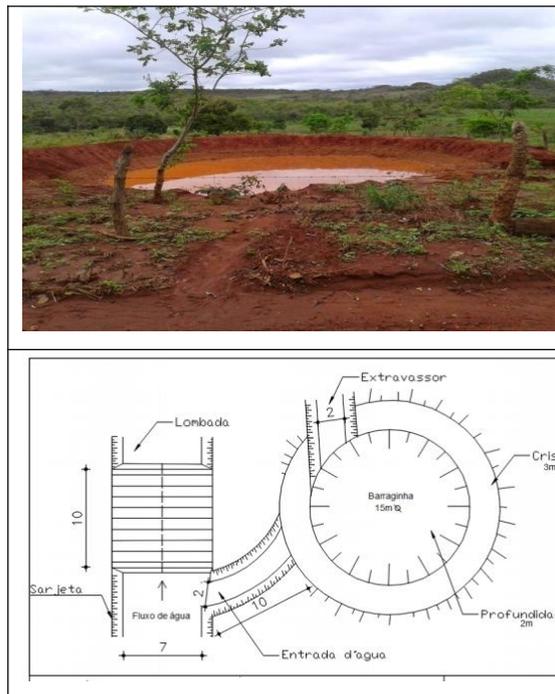


Figura 1 – Bacia de Contenção “Barraginha”.  
Fonte: Agência Peixe Vivo/CBH Velhas, 2019.

Entre os anos de 2015 e 2016 foram construídas 308 barraginhas nos municípios de Corinto/MG e Morro da Garça/MG, nos quais a bacia do rio Bicudo está inserida (GRUPO NEOGEO, 2016). Tais intervenções foram financiadas com o recurso da cobrança pelo uso da água na bacia do rio das Velhas. Para o ano de 2019, o Comitê de Bacia Hidrográfica do rio das Velhas - CBH Velhas irá promover a instalação de 370 barraginhas adicionais na bacia do rio Bicudo (PORTAL SIGA VELHAS, 2019).

A eficácia da execução de projetos hidroambientais como as bacias de captação (barraginhas) é constantemente

questionada pelos membros dos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH. É preciso quantificar os benefícios provenientes da aplicação do recurso arrecadado pela cobrança pelo uso das águas, prevista na Lei 9433/1997, possibilitando a priorização das ações de melhorias da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos.

Assim, este estudo tem o intuito de investigar a ocorrência de alterações na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Rio Bicudo, decorrentes da instalação de bacias de contenção em sua área de drenagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para análise do impacto de intervenções, tais como a implantação de barraginhas, na disponibilidade hídrica do rio Bicudo foi verificado o comportamento das variáveis hidrológicas de precipitação total anual e vazão anual média nesta bacia hidrográfica.

Foi comparado o cenário hidrológico após a implantação das intervenções com o cenário da situação anterior à implantação das barraginhas.

A Figura 2 apresenta a localização da bacia hidrográfica do rio Bicudo e a localização das 308 barraginhas construídas nos anos de 2015 e 2016.

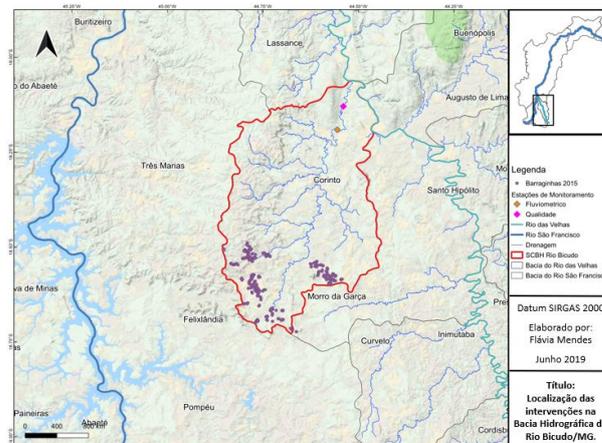


Figura 2 – Localização da Bacia do Rio Bicudo, com a representação das bacias de contenção instaladas e das estações de monitoramento (fluviométrico e da qualidade da água). Fonte dos dados: SIGA CBH Rio das Velhas.

Próximo à foz do rio Bicudo, na sua interseção com o rio das Velhas (Latitude S 18° 11' 26,88"/Longitude W 44° 33' 20,16") está localizada a estação fluviométrica de código 41940000, operada pela CPRM, sob responsabilidade da ANA. Esta estação, denominada "Ponte do Bicudo" apresenta dados de monitoramento fluviométrico que contemplam o período de 1965 a 2019.

Próximo à cabeceira do rio Bicudo (Latitude S 18° 32' 30,12"/Longitude W 44° 35' 56,04") está localizada a estação pluviométrica de código 01844019, operada pela CPRM, sob responsabilidade da ANA. Esta estação, denominada "Morro da Garça" apresenta dados de

monitoramento pluviométrico que contemplam o período de 1988 a 2019.

Para efetuar a análise do comportamento das variáveis hidrológicas nos períodos anteriores e posteriores às intervenções (construção das barraginhas) foi analisado um período de 8 anos, entre 2011 a 2018. Para tanto, os dados de monitoramento fluviométrico e pluviométrico foram extraídos do Portal Hidroweb, disponibilizado pela ANA, e foram analisados e organizados para obtenção dos valores de vazões médias anuais e de precipitação total anual.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados hidrológicos observados para a Bacia do rio Bicudo, no período de 2011 a 2018, foi efetuada a verificação da ocorrência de possíveis influências dos dados de precipitação anual total nos dados de vazão anual média monitorados na bacia hidrográfica do rio Bicudo. Os resultados são apresentados na Figura 3.

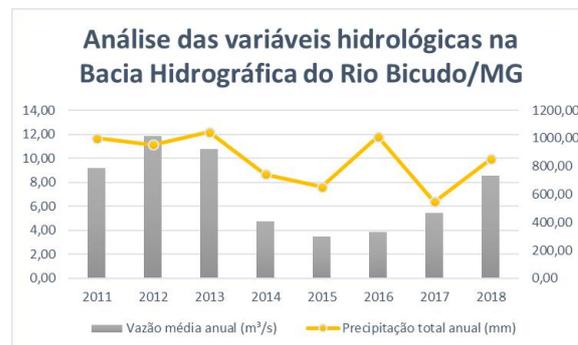


Figura 3 – Análise do comportamento anual das variáveis hidrológicas na bacia do rio Bicudo, para períodos anteriores e posteriores às intervenções. Fonte dos dados: CPRM/ANA – Portal Hidroweb.

Verifica-se que antes da construção das barraginhas nos anos de 2011 a 2013 foram observados valores relativamente elevados de chuvas próximo à cabeceira da bacia, coerentes com os também elevados valores de vazões médias próximo à foz do rio Bicudo.

O período de 2014 a 2017 trouxe à tona os problemas da gestão compartilhada dos recursos hídricos no Brasil diante das incertezas de um período de escassez e eminência de colapso hídrico, ocasionado em parte pelos eventos extremos de secas agravados em diversas regiões do Brasil, incluindo Minas Gerais. Neste Estado, verificou-se o aumento do número de municípios que decretaram situação de emergência no período seco, devido à sequência de períodos chuvosos abaixo da climatologia, resultando no agravamento

da situação hídrica no decorrer do período entre 2014 e 2017 (IGAM, 2018).

Sendo assim, a crise hídrica de 2014 a 2017 acometeu a região na qual o rio Bicudo está inserido, como se verifica na Figura 3, que apresenta a escassez de chuvas no ano de 2014 e 2015. Como consequência verificou-se a diminuição da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Bicudo, refletida na diminuição dos valores de vazão medidos na estação fluviométrica “Ponte do Bicudo” ao longo dos anos 2014 e 2015.

No ano de 2016 foi observado o aumento da quantidade de chuvas na região próxima ao local de construção das barraginhas, que foi finalizada naquele ano. Como consequência, observou-se o aumento das vazões no exutório da bacia, com relação ao ano anterior.

No ano de 2017, quando as 308 barraginhas construídas nos municípios de Corinto/MG e Morro da Garça/MG iniciaram seu funcionamento, verificou-se que embora a quantidade de precipitação anual total tenha diminuído drasticamente, houve aumento da disponibilidade hídrica no Rio Bicudo, tendo em vista o aumento de sua vazão média anual neste ano.

No ano de 2018 as vazões monitoradas também apresentaram acréscimo com relação ao ano anterior. O que leva a crer que ocorreu aumento do escoamento superficial acumulado na bacia, possivelmente proporcionado pelas intervenções executadas.

A captação das chuvas através da construção do Sistema Barraginhas tem se mostrado uma ferramenta eficiente para aproveitamento das águas das chuvas intensas e irregulares que ocorrem em regiões com deficiência hídrica, proporcionando a conservação dos solos através da contenção de enxurradas e redução da erosão, além de possibilitar a revitalização dos cursos d'água próximos, através do afloramento do lençol freático (PEDREIRA et al., 2014).

O interesse em estudos de tendência dos componentes do ciclo hidrológico tem aumentado devido às controvérsias sobre as mudanças climáticas. A identificação de tendências sazonais de precipitação e vazão contribui para a compreensão da variabilidade climática global e é essencial para o desenvolvimento de modelos hidrológicos, previsão hidrológica e gestão dos recursos hídricos (ULIANA et al., 2014).

A análise aqui apresentada tem o intuito de oferecer uma avaliação geral e prática da efetividade das intervenções do tipo bacias de contenção (barraginhas) em bacias hidrográficas. No entanto, para que sejam obtidas conclusões mais robustas sugere-se a aplicação de estudos auxiliados pelo uso de softwares de modelagem hidrológica. Além disso, devem-se levar em consideração para este tipo de análise, os diversos fatores que influenciam o quantitativo de chuvas em determinada bacia hidrográfica, tais como as variações de uso e ocupação do solo, de cobertura vegetal, de clima, dentre outros.

Apesar das incertezas existentes, os resultados gerados neste trabalho podem ser úteis para gestores de recursos hídricos e para os membros dos comitês de bacias hidrográficas no desenvolvimento de estratégias para a preservação dos recursos hídricos e dos solos em bacias hidrográficas com características similares à do rio Bicudo.

### CONCLUSÕES

Através do estudo apresentado conclui-se que a análise dos dados fluviométricos e pluviométricos monitorados na bacia do rio Bicudo, no período anterior e posterior às intervenções,

indica que possivelmente há incremento da oferta hídrica na bacia, proporcionada pelo funcionamento adequado das bacias de contenção construídas na área de drenagem do Rio Bicudo.

### AGRADECIMENTOS

À CAPES, à ANA e ao Prof. Água, projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015.

### REFERÊNCIAS

-Artigo publicado em periódico:  
BERTOL, I.; et al. **Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, n.31, p.133-142, 2007.

-Relatório  
CORREIA, C. M. C. C; et al. **Relatório Anual Gestão e Situação dos Recursos Hídricos de Minas Gerais – 2014/2017**. Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Belo Horizonte, 2018.

-Relatório  
Grupo NEOGEO. **Relatório de Execução de Serviços “As built” – Projeto de Construção de barraginhas na bacia hidrográfica do Rio Bicudo, nos municípios de Corinto e Morro da Garça/Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2016.

-Artigo publicado em periódico:  
PEDREIRA, P. R. P.; et al. **Implantação do Sistema Barraginhas na região Sudeste do Estado do Tocantins**. XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Natal, RN, 2014.

- Portal do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CBH Velhas.

Disponível em:

<<http://cbhvelhas.org.br/>>. Acesso em:

Agosto, 2019.

- Portal Hidroweb/ANA. Disponível em:

<<https://www.snirh.gov.br/hidroweb>>.

Acesso em: Agosto, 2019.

- Portal SIGA Velhas. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CBH Velhas. Disponível em:

<<http://siga.cbhvelhas.org.br/>>. Acesso em:

Agosto, 2019.

-Artigo publicado em periódico:

RODRIGUES, L. S.; et al. **Disseminação das Tecnologias Sociais Barraginhas e Lago de Múltiplo Uso para segurança hídrica de lavouras e alimentar de comunidades.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. 2012, Campinas. Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 2012, p.3677-3688.

-Artigo publicado em periódico:

ULIANA, E. M; et al. **Análise de tendência em séries históricas de vazão e precipitação: uso de teste estatístico não paramétrico.** Revista Ambiente e Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science, vol. 10, núm. 1, enero-marzo, 2015, pp. 82-88.

## IDENTIFICAÇÃO DE PERÍODOS HIDROLÓGICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TURVO GRANDE POR MEIO DE ESTATÍSTICA DESCRITIVA

PRISCILA DA SILVA  
VAGNER ALEXANDRE APARECIDO DE SOUZA  
PAULO CESAR ROCHA  
VAGNER ALEXANDRE APARECIDO DE SOUZA  
HALANA BRESSAN DE OLIVEIRA  
LAIANE CLADILA DE LIMA GILIOTI

### Resumo

*O regime hidrológico de um corpo d'água refere-se ao comportamento do fluxo hídrico ao longo do período, o qual é considerado uma variável fundamental na análise de regime de rios, bem como da disponibilidade hídrica. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi de identificar os períodos hidrológicos na Bacia Hidrográfica do Rio Turvo, através do emprego de estatística descritiva com relação às observações de produção científica correlata à área de estudo, bem como de possíveis interferências antrópicas que possam se associar à variabilidade hidrológica na Bacia. A precipitação média na Bacia, considerando a série histórica de 1972 a 2007 foi de 113,50 mm, horizonte temporal em que identificou-se 3 períodos hidrológicos (PHs), sendo o PH1 (1972 – 1984) quando apresenta vazões próximas à vazão média do rio (113,50 mm) sem grandes oscilações hidrológicas; PH2 (1985 – 2007) quando ocorre diminuição do fluxo de água no curso hídrico, e PH3 (2008 – 2017) quando a diminuição na disponibilidade hídrica é intensificada em relação aos demais PHs.*

**Palavras chave:** *Uso e ocupação do solo. Disponibilidade hídrica. Fluxo hídrico. Recursos Hídricos. Gestão de águas superficiais*

### **Abstract**

*The hydrological regime of a body of water refers to the behavior of water flow over a period, which is considered a fundamental variable in the analysis of river regime, as well as water availability. In this context, the objective of this research was to identify the hydrological periods in the Turvo River Basin through the use of descriptive statistics related to observations of scientific production correlated to the study area, as well as possible anthropogenic interference that may be associated with the variability. hydrological basin. The average rainfall in the Basin, considering the historical series from 1972 to 2007, was 113.50 mm, a time horizon in which three hydrological periods (HPs) were identified, being the HP1 (1972 - 1984) that presents flows near the average flow. of the river (113.50 mm) without major hydrological oscillations, PH2 (1985 - 2007) which decreases the flow of water in the watercourse, and HP3 (2008 - 2017) in which the decrease in water availability is intensified in relation to the others. HPs.*

**Keywords:** *Land use and occupation. Water availability. Water flow. Water Resources. Surface Water Management.*

## **INTRODUÇÃO**

O espaço territorial para análise dos processos hidrológicos é a bacia hidrográfica, de acordo Silveira (2009) apud Gomes (2014), nesta escala territorial todas as águas precipitadas são drenadas por vários cursos d'água até um exutório ou leito único. Este é um processo muito importante, pois, permite transformar o volume de entrada em uma única saída pela evapotranspiração ou escoamento fluvial.

A vazão de entrada denominada pelos escoamentos laterais, precipitação, infiltração, rios efluentes bem como as vazões escoada; evaporação, evapotranspiração e o fluxo nos rios influentes (vazões de saída) sistematicamente alimentam o perímetro

do canal fluvial e evidencia a forte relação da variabilidade hidrológica com o meio ambiente (MEDEIROS; SOUZA; RIBEIRO, 2011).

O fluxo das águas é considerado uma variável fundamental para comparar o regime de diferentes rios, bem como, avaliar a disponibilidade hídrica para estimar mudanças na sequência de fluxos históricos e determinar os impactos da atividade humana (GUSTARD, 1996 apud AQUINO; STEVAUX; LATRUBESSE, 2005).

Segundo Brierley e Fryirs (2005) apud Souza (2013) as interações entre as forças de energia e de matéria, quando alterados através dos processos geomorfológicos, da disponibilidade de sedimentos e vegetação disponível irão

determinar as mudanças dentro do sistema fluvial. Para tanto o planejamento nas atividades humanas de urbanização, regionalização ou agrícolas podem impactar a oferta de quantidade de água, com consequências ao regime fluvial (CHISTOFOLETTI, 1981 apud SOUZA, 2013).

Para Kobiyama e Giglio (2011) a presença de nutrientes e água no solo circularem na bacia, e sistematizados neste espaço, contribuem para a dinâmica no comportamento da água. Outro fator contribuinte na perda de água para o solo é a retirada de cobertura arbórea do solo através do desmatamento, provocando maior escoamento e transpiração (ROCHA, 2010).

As bacias hidrográficas são importantes para avaliação e dimensionamento dos impactos ambientais. Essa necessidade implica a responsabilidade da preservação dos corpos hídricos como disposto na Lei Estadual n. 9.034/94, de 27, de dezembro de 1994, que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos, além de definir em seu Anexo II, a bacia hidrográfica do Turvo/Grande como a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 (UGRH 15).

Segundo Benini e Dias (2014) esta é a UGRH com maior número de municípios (64) no Estado de São Paulo, limitando a sua porção norte com o estado de Minas Gerais, o leste com a UGRH-12 (Baixo Pardo/Grande), o sudeste com a UGRHI-9 (Mogi-Guaçu) e ao sul, com as UGRHI 16 (Tietê/Batalha) e 18 (São José dos Dourados).

Neste viés, entre os aspectos das ações antrópicas, objetiva-se com esse trabalho evidenciar os períodos hidrológicos discrepantes da média geral histórica através do comportamento hidrológico fluvial, analisando a série hidrológica da estação Paraíso/Monte Azul Paulista, e a forma de ocupação dos corpos d'água na bacia hidrográfica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo é a Bacia Hidrográfica Rio Turvo, a qual possui área de drenagem de 15.925 km<sup>2</sup> (UGRHI 15 - Turvo / Grande, vide Figura 1), especificamente a sub-bacia 12 (Alto Turvo) que possui uma área de drenagem de 578 km<sup>2</sup> de extensão segundo a Secretaria executiva do comitê da bacia hidrográfica do Turvo/Grande (2018).

**Figura 1** - Localização da Bacia do Turvo/Grande (UGRHI 15) no Estado de São Paulo e demais UGRHIs.



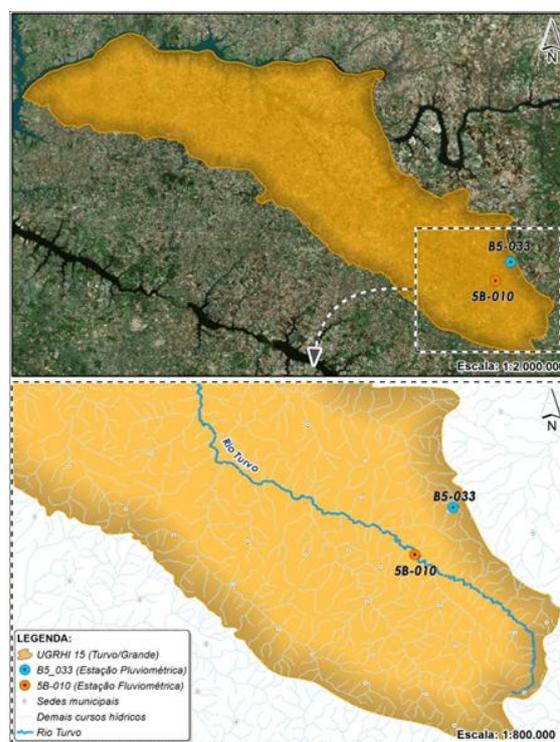
**Fonte:** Plano de Bacia Hidrográfica Turvo Grande, 2017.

Os dados relativos as precipitações anuais foram obtidos a partir de consulta ao banco de dados do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH). Estes dados são referentes a estação pluviométrica Monte Azul Paulista, Prefixo B5-033, localizada no município de mesmo nome da estação, cuja série histórica é de 69 anos, compreendidos entre os anos de 1943 e 2018.

Dados de vazão média anual foram adquiridos através de consulta ao banco de dados do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH). Estes dados referem-se a uma estação fluviométrica Paraíso/Monte Azul Paulista, Prefixo 5B-010, localizada no Rio Turvo, cuja série

temporal é de 47 anos (1971 a 2018), portanto, pela longa série histórica subentende-se que tem capacidade de refletir os processos hidrológicos da bacia hidrográfica. A localização da estação fluviométrica analisada está apresentada na Figura 2.

**Figura 2** - Localização da estação fluviométrica e pluviométrica.



**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir São Paulo (2018a) e São Paulo (2018b).

Inicialmente foi realizada a prospecção de dados secundários, a partir de publicações oficiais, bem como de publicações científicas relacionadas as características do meio físico, tais como geologia, clima, relevo, solo, vegetação e ocupação da área

de estudo, bem como publicações de arquivos vetoriais (shapefiles) georreferenciados que foram tratadas através do software Quantum Gis.

Posteriormente, a análise dos períodos hidrológicos (PH) foi realizada através do emprego de métodos de estatística descritiva, tais como: média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV), os quais auxiliam a escolha do valor de corte que distinguirá os períodos hidrológicos da série histórica da estação fluviométrica Paraíso/Monte Azul Paulista.

A estrutura e o aspectos gerais da bacia são definidos a partir do relatório final “Fundamentos da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos de Usuários Urbanos e Industriais na Bacia do Turvo/Grande” que destaca as classes sobre o uso e ocupação dos solos, unidades geológicas

Isto posto, buscou-se estabelecer uma análise dos possíveis fatores influentes na alteração dos PH, sendo eles naturais e/ou antrópicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA E REGIME DAS CHUVAS

As unidades geológicas que afloram na área da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande são as rochas ígneas

basálticas da Formação Serra Geral (depositadas no Cretáceo Inferior), as rochas sedimentares dos grupos Caiuá e Bauru (depositadas no Cretáceo Superior), pertencente à Bacia Bauru, e os sedimentos quaternários, associados à rede de drenagem (ALBUQUERQUE FILHO, 2012).

Em relação aos solos identificados na UGRHI em análise, observa-se que são identificados, segundo Albuquerque Filho (2012), cinco unidades pedológicas, sendo elas: Latossolos Roxos, Latossolos Vermelho Escuros, Podzólicos Vermelho Escuros, Podzólicos Vermelho Amarelos e Solos Litólicos.

O clima é característico de áreas de Clima Tropical, com uma sazonalidade caracterizada por inverno mais seco e um verão mais úmido e bioma com maior percentual de vegetação nativa 72,78 km<sup>2</sup> e vegetação secundária Estacional Semidecidual remanescente de 36,6 km<sup>2</sup> (SECRETARIA EXECUTIVA DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TURVO/GRANDE, 2018).

A precipitação média anual na estação pluviométrica de maior proximidade com a estação fluviométrica utilizada para determinação dos períodos hidrológicos é apresentada na Figura 3, a

qual demonstra que a série histórica, embora apresente alguns picos de dispersão com significativa precipitação acima da média, mantém-se predominantemente girando em torno da média.

**Figura 3** - Precipitação média anual na estação de nome Monte Azul Paulista (Prefixo - B5-033) entre os anos de 1943 e 2018.



**Fonte:** Autores, a partir do Banco de Dados Hidrológicos do DAEE.

## EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA NA BACIA

Segundo Monbeig (1998), a região da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande, era ocupada por grandes extensões de florestas e campos. Com a chegada dos Bandeirantes na busca de ouro, pedras preciosas e índios, formaram-se os primeiros grupos populacionais.

O cultivo de milho, a criação de animais domésticos veio para suprimento da população. Em 1886 com a estrada de ferro (Monbeig, 1998) iniciou a cultura do café assim, a paisagem da região era

constituída por essas plantações, pastagens e vegetações naturais. Especificamente na sub-bacia Alto Turvo (área de influência da estação fluviométrica em estudo), estão inseridos integral ou parcialmente 14 municípios, com uso e ocupação dos solos bem distintas, predominando áreas agrícolas e de pastagem, com destaque as atividades de cultivo de cana-de-açúcar, introduzida a partir de 1980 além da pastagem para criação de bovinos e culturas como laranja, café, banana, uva e seringueira (ALBUQUERQUE FILHO, 2012).

Os segmentos industriais e construção civil exercem dinâmica no espaço representando o setor secundário seguido das atividades de comércio, serviços e administração pública. Ademais, cabe destacar atividades minerárias e industriais tem forte ocorrência na região e possuem significativa importância no contexto econômico dos municípios.

A Bacia do Turvo/Grande acha-se incluída inteiramente na Província do Planalto Ocidental Paulista, segundo a subdivisão geomorfológica do Estado de São Paulo proposta por Almeida (1964) apud Albuquerque Filho (2012) e adotada no Mapa Geomorfológico do Estado de

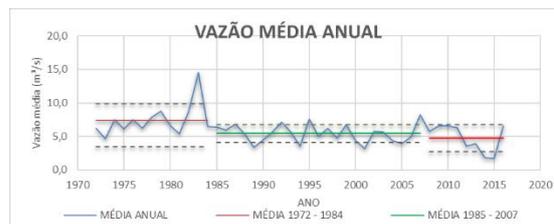
São Paulo (IPT 1981b apud ALBUQUERQUE FILHO, 2012).

De acordo com HERNANDEZ et al (2003) a região possui um dos maiores índices de evapotranspiração do Estado. Alguns dos fatores que influenciam na disponibilidade hídrica na Bacia são relacionados ao avanço do plantio de cana de açúcar, as altas captações, o alto consumo na irrigação, o solo em processo de desertificação, o assoreamento dos rios, a falta de conscientização e as ações de preservação ambiental insuficientes (TAVARES e FERRANTE, 2009).

### ANÁLISE DA VARIABILIDADE HIDROLÓGICA DO RIO TURVO

A análise visual do gráfico de dispersão das médias anuais de vazão do Rio Turvo, indicam 3 períodos hidrológicos, sendo eles o primeiro entre os anos de 1972 e 1984, o segundo compreendido pelos anos de 1985 e 2007 e o terceiro entre os anos 2008 e 2017, conforme expõe-se na Figura 4.

**Figura 4** - Períodos Hidrológicos da estação fluviométrica Paraiso/Monte Azul Paulista de Prefixo 5B-010.



**Fonte:** Autores, a partir do Banco de Dados Hidrológicos do DAEE (SÃO PAULO, 2018).

A análise estatística da série histórica analisada, considerando os 3 PH's supramencionados é apresentada no Quadro 1, o qual demonstra que o PH 1 é o que apresenta CV mais próximo da média geral da série (1972- 2017).

**Quadro 1** - Dados estatísticos dos períodos hidrológicos da estação fluviométrica Paraiso/Monte Azul Paulista de Prefixo 5B-010.

| PERÍODOS HIDROLÓGICOS | MÉDIA  | DESVIO | COEFICIENTE |      |
|-----------------------|--------|--------|-------------|------|
| S                     | A      | PADRÃO | DE VARIAÇÃO |      |
|                       | (m³/s) | O      |             |      |
| 1972-2017             | -      | 5,87   | 2,09        | 0,36 |
| 1972-1984             | PH 1   | 7,43   | 2,45        | 0,33 |
| 1984-2007             | PH 2   | 5,43   | 1,35        | 0,25 |
| 2007-2017             | PH 3   | 4,75   | 2,03        | 0,43 |

**Fonte:** Autores, a partir do Banco de Dados Hidrológicos do DAEE (SÃO PAULO, 2018a).

De acordo com a análise estatística realizada e os dados da série fluviométrica analisada, observa-se que no PH 2, há uma ligeira diminuição do fluxo de água no

curso hídrico, o que acontece também no PH 3.

O CV se apresenta um bom parâmetro para avaliação da variabilidade da vazão do Rio Turvo, indicando diferença numéricas significativas entre os PH's analisados. Entretanto, cumpre observar que o PH 1, sob esta ótica é o que mais guarda relação com os dados gerais da série (1972-2017).

A estação fluviométrica Paraíso/Monte Azul Paulista, apresentou boa quantidade de registros hidrológicos, capazes de determinar 3 PH's distintos, a média geral (1972-2017) de vazão correspondeu a 5,87 m<sup>3</sup>/s, com alguns picos de máximas (1983) e mínimas 2014 e 2015).

### **CORRELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE FLUVIOMÉTRICA, PLUVIOMÉTRICA E USO DA TERRA**

O conjunto de dados fluviométricos analisados permite analisar que os 3 PH's identificados não apresentam relação com a variabilidade com o clima, analisado sob a ótica da precipitação média anual na região, uma vez que o comportamento da precipitação média anual é bem próximo da média, sem variações significativas.

A variabilidade dos 3 PHs observados não pode ser relacionada

assertivamente com aspectos naturais levantados (geologia, geomorfologia, pedologia), uma vez que os dados não oferecem subsídio para quaisquer conclusões, para tanto seria necessário ao mínimo dados de fluxo de sedimentos na estação analisada.

Os fatores mais plausíveis de interferências nos períodos hidrológicos, possivelmente se relacionam ao uso e ocupação do solo na bacia, os quais, ao longo dos anos pretéritos evoluiu, principalmente no que tange o uso da água superficial, seja para subsídio a atividades agropecuárias quanto industriais, o que influência diretamente nos aspectos qual quantitativo do curso hídrico analisado.

### **CONCLUSÕES**

Quanto ao uso e ocupação do solo destaca-se o cultivo de cana de açúcar e irrigação de áreas agrícolas, as quais possuem elevadas captações na Bacia e influenciam diretamente na disponibilidade hídrica, assim como aspectos de conservação do solo.

Foram observadas 3 PHs, sendo eles: o PH1 (1972 – 1984) que guarda maior relação com os dados gerais históricos por apresentar-se próximo a vazão média do rio (113,50 mm) sem

grandes oscilações de vazão; PH2 (1985 – 2007), ocorre diminuição do fluxo de água no curso hídrico; e PH3 (2008 – 2017) ocorre uma maior diminuição do fluxo de água no curso hídrico em relação aos PHs 1 e 2.

A variabilidade decrescente da disponibilidade hídrica no Rio Turvo (PHs 1 e 2) se relaciona principalmente ao uso e ocupação do solo, principalmente os usos agrícolas e industriais que demanda altas captações de água na Bacia.

### AGRADECIMENTOS

À CAPES e o Prof. Água (Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015).

### REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE FILHO, J. L. et al. Fundamentos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos dos usuários urbanos e industriais - UGRHI 15 - Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais (CPTI) Financiamento: Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO, Osasco, 2012. Disponível em: <[http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7406/fundamentacao-cobranca\\_cbhtg\\_versao-final.pdf](http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7406/fundamentacao-cobranca_cbhtg_versao-final.pdf)>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

AQUINO, S.; STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Regime Hidrológico e Aspectos do Comportamento Morfohidráulico do Rio Araguaia. Revista Brasileira de

Geomorfologia, Brasília, Df, v. 2, n. 6, p.29-41, 2005.

DIAS, L.S; BENINI, S, M. Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista (ANAP) (Org.). Estudos Ambientais Aplicados em Bacias Hidrográficas. Tupã: Amigos da Natureza, 2014. 161 p. Disponível em: <<http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/Janeiro/Jan.15.48.pdf>>. Acesso em: 20 de novembro de 2018.

GOMES, E. S. A dinâmica hidrológica fluvial em bacias hidrográficas com diferentes taxas de impermeabilização do solo em Guarapuava/PR. Guarapuava, 2014. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2016/geografia\\_dissertacoes/dissertacao\\_emerson\\_souza\\_gomes.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2016/geografia_dissertacoes/dissertacao_emerson_souza_gomes.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2018.

HERNANDEZ, F.B.T.; SOUZA, S.A.V. de; ZOCOLER, J.L.; FRIZZONE, J.A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d’oeste, estado de São Paulo. Jaboticabal, Engenharia Agrícola, v.23, n.1, p.21-30, 2003.

HOLTZ, A. C. T. Precipitação. In: PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. Hidrologia básica. São Paulo: Edgard Blücher; Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1976. p. 7-35.

KOBIYAMA, M.; GIGLIO, J. N. Microbacias hidrográficas. In: KOBIYAMA, M. (org.). Curso de capacitação em hidrologia e hidrometria para conservação de mananciais. 3 ed. Florianópolis: UFSC/CTC/ENS/LabHidro, 2011, p. 15-24. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/ar>

quivos/File/fevereiro2016/geografia\_dissertacoes/dissertacao\_emerson\_souza\_gomes.pdf. Acesso em: 21 de novembro de 2018.

MEDEIROS, P. C.; SOUZA, F. A. S.; RIBEIRO, M. M. R. Aspectos conceituais sobre o regime hidrológico para a definição do hidrograma ambiental. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 131-147, 2011. (doi:10.4136/ambi-agua.179).

MONBEIG, P. Pioneiros e fazendeiros de São Paulo. São Paulo: Hucitec-Polis, 1998.

ROCHA, P. C. Indicadores de Alteração Hidrológica no Alto Rio Paraná: Intervenções Humanas e Implicações na Dinâmica do Ambiente Fluvial / Indicators of Hydrologic Alteration in the High Parana River Catchment: Human Interventions and Implications for Dynamic of the Fluvial Environment. *Revista Sociedade & Natureza*, [S.l.], v. 22, n. 1, ago. 2010. ISSN 1982-4513. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedade/natureza/article/view/9820>>. Acesso em: 20 de novembro de 2018.

SÃO PAULO. Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente – SMA do Estado de São Paulo. Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo (IDEA-SP). São Paulo, 2018b. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

SÃO PAULO. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do

Estado de São Paulo. Banco de Dados Hidrológicos. Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica. São Paulo, 2018a. Disponível em: <<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>>. Acesso em 17 de outubro de 2018.

SECRETARIA EXECUTIVA DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TURVO/GRANDE. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2018 UGRHI 15 – Turvo / Grande. São José do Rio Preto: CBH-TG, 2018.

SOUZA, J. O. P. DOS SISTEMAS AMBIENTAIS AO SISTEMA FLUVIAL – UMA REVISÃO DE CONCEITOS. *Caminhos de Geografia*, [S.l.], v. 14, n. 47, out. 2013. ISSN 1678-6343. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/22281/13241>>. Acesso em: 21 de novembro de 2018.

TAVARES, J.S.; FERRANTE, V.L.B. Organizações Não Governamentais Ambientais na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Rios Turvo e Grande: entre a resistência e a utopia, algumas reflexões. IV Jornada de Estudos em Assentamentos Rurais, junho 2009, FEAGRI-Unicamp, École des Hautes Études em Sciences Sociales de Paris.



# I Seminário Nacional

Sustentabilidade em Recursos Hídricos

PROFISSIONAIS

 MESTRADO PROFISSIONAL  
**SUSTENTABILIDADE EM  
RECURSOS HÍDRICOS**

**UninCór**  
Universidade Vale do Rio Verde

### **APLICAÇÃO DE FONTES DE ENERGIA HELIOTÉRMICA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA RESIDENCIAL**

LUÍS GUILHERME VIANA FREIRE

ROSANE CRISTINA DE ANDRADE

ALENA TORRES NETTO

#### **Resumo**

Este trabalho tem por objetivo apresentar tecnologias de geração de energia alternativas à energia elétrica convencional, com a aplicação de fontes híbridas de energia gás/heliotérmica para aquecimento de água de residências. Para tal, foi criado um projeto arquitetônico de um edifício multi-familiar de 5 pavimentos e dimensionado o sistema de aquecimento solar, bem como realizado a comparação entre custos de instalação e utilização, entre a fonte de aquecimento convencional (chuveiro elétrico) e as fontes alternativas. O estudo e os cálculos realizados indicaram que após a implantação do sistema em questão, para a edificação como um todo, é possível obter uma economia anual média de R\$ 17.271,77 para o consumo de gás e de R\$ 37.944,97 para o

consumo de energia elétrica, ao longo da vida útil do sistema de aquecimento solar, que é de 20 anos. Por meio do cálculo do tempo de retorno foi possível verificar um retorno do capital investido em 12 a 13 anos para o sistema solar/gás e entre 5 e 6 anos para o sistema solar/elétrico, mostrando que o investimento é vantajoso tanto para o investidor, quanto para consumidor final.

**Palavras chave:** Sistema de Aquecimento Solar. Sustentabilidade. Economia Ambiental.

### *Abstract*

The current energy matrix in most countries is based on fossil fuels which, besides being a finite resource, emits toxic air pollutants and greenhouse gases. This paper aims to present alternative energy generation technologies to supplement conventional electric power, using hybrid gas/heliothermal energy sources for residential water heating. To this end, an architectural project of a multi-family 5-storey building was created and its solar heating system was dimensioned. Then it was made a comparison between installation and use costs between the conventional heating source (electric shower) and the proposed alternative sources. The results show that it is possible to obtain average annual savings of R\$ 17,271.77 in gas consumption and R\$ 37,944.97 in Electricity consumption during the 20 years life span of the alternative solar heating systems. We found that the investment will pay itself in 12 to 13 years for the solar / gas system, and between 5 and 6 years for the solar / electric system, showing that the investment is beneficial for both the investor and the end consumer.

**Keywords:** Solar heating system. Sustainability. Environmental economics.

## INTRODUÇÃO

Uma das principais características de nossa sociedade, ao menos sob um ponto de vista prático e material, é o aumento cada vez maior da demanda por abastecimento energético. Esta é a condição para a existência de nossa indústria, nossos meios de transportes, a agricultura e principalmente a vida urbana (OLIVEIRA, 2010).

O consumo de energia de uma sociedade, é um importante indicador do seu nível de desenvolvimento econômico e qualidade de vida, uma vez que reflete o ritmo de atividades em diversos setores, como industrial, comercial, serviços, entre outros (ARAÚJO, 2018).

Os constantes problemas ambientais causados pela utilização de energias não renováveis, aliados ao

esgotamento das mesmas, têm despertado o interesse pela utilização de fontes alternativas.

A energia solar é uma boa opção na busca por alternativas menos impactantes ao meio ambiente, pois consiste numa fonte energética renovável e limpa, porém, ainda não existem tecnologias avançadas o suficiente, para que toda a demanda de energia atual seja suprida apenas por sistemas solares. Então a hibridização dos sistemas é uma alternativa que permite que a demanda seja atendida, ao mesmo passo que contribui para a diminuição da utilização de energias obtidas através de fontes não renováveis (IBICT, 2016).

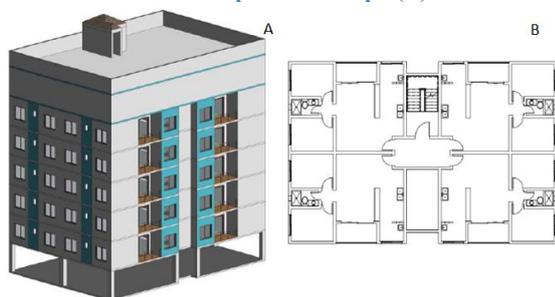
Logo, o objetivo desse trabalho foi de verificar a viabilidade técnico-econômica da instalação de painéis solares planos como fonte principal de

aquecimento de água de um prédio multifamiliar de 5 pavimentos, estabelecendo uma relação comparativa dos custos de utilização e instalação de aquecedores conjugados (solar/gás) e aquecedores solar/elétricos.

### MATERIAL E MÉTODOS

Para o trabalho, foi dimensionado um edifício residencial fictício, no estado do Rio de Janeiro, composto de 5 pavimentos com 4 apartamentos por andar, totalizando 20 unidades habitacionais (Figura 1).

Figura 01 - Esquematização do edifício (A), Planta baixa do pavimento tipo (B).



Assumiu-se 04 moradores por unidade, assim sendo, o dimensionamento do sistema de aquecimento solar foi realizado de forma que atenda a demanda gerada pelos habitantes.

O dimensionamento do sistema de aquecimento solar, bem como os cálculos dos custos inerentes à instalação, operação e manutenção tiveram com base a Norma Brasileira NBR 15569:2008 (ABNT, 2008). O método de cálculo recomendado pela

norma, utiliza uma fração solar de 70% para aquecimento, devendo os outros 30% serem providos por meio de uma fonte auxiliar de energia.

Na análise de viabilidade econômica para a instalação do sistema foi utilizada a metodologia prevista no Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética, aprovada pela Resolução Normativa nº 300 da ANEEL (2008). E para o cálculo do custo referente ao funcionamento da fonte auxiliar, que neste estudo de caso foi o gás natural, utilizou-se os dados da distribuidora de gás natural Fenosa, responsável pelo abastecimento de gás encanado no estado do Rio de Janeiro. Foram levados em consideração também, os reajustes anuais que ocorrem tanto na tarifa de gás quanto na tarifa elétrica.

Para a análise financeira, a taxa mínima de atratividade adotada como referência foi a taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e Custódia), que é a média de juros que o governo brasileiro paga por empréstimos tomados dos bancos.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados obtidos por meio de cálculos previstos na NBR 15569:2008 (ABNT, 2008), a comparação realizada para a avaliação econômica obtida e qual a

relevância da implementação do sistema de aquecimento solar para o consumidor final.

Para o edifício residencial dimensionado verificou-se que a demanda de volume total de água foi 12,96 m<sup>3</sup> sendo necessário um reservatório de água quente com capacidade de 7,98 m<sup>3</sup> conforme a norma (**Tabela 01**).

**Tabela 01-** Volume de água quente demandado

| Volume consumido                 |       |
|----------------------------------|-------|
| Chuveiro (L/pessoa/dia)          | 150   |
| Tomeira (L/pessoa/dia)           | 6     |
| Pia (L/pessoa/dia)               | 6     |
| Total por pessoa (L/dia)         | 162   |
| Total diário por apartamento (L) | 648   |
| Total diário para o edifício (L) | 12960 |

O modelo escolhido para o dimensionamento, foi o Soletrol Primo Inox, que possui uma área de 2 m<sup>2</sup> para cada coletor, sendo necessário a utilização de 56 unidades para atender ao cálculo da área coletora, que foi de 112 m<sup>2</sup>. Para as configurações do sistema, foi escolhido o sistema ativo direto, dividido em 4 módulos.

O valor estimado do investimento foi de R\$ 80.766,40 para o sistema solar/gás (**Tabela 02**) e de R\$ 71.446,40 para o sistema solar/elétrico (**Tabela 03**).

**Tabela 02 - Custos do SAS (solar/gás)**

| Componente  | Quantidade | Valor médio unitário | Valor total   |
|---|------------|----------------------|---------------|
| Placas Solares  | 56         | R\$ 784,50           | R\$ 43.932,00 |
| Reservatório térmicos conjugados, com aquecedor de passagem a gás, bomba de circulação, termostato digital e vaso de expansão | 4          | R\$ 9.208,60         | R\$ 36.834,40 |
| Total   |            |                      | R\$ 80.766,40 |

**Tabela 03 - Custos do SAS (solar/elétrico)**

| Componente  | Quantidade | Valor médio unitário | Valor total   |
|---|------------|----------------------|---------------|
| Placas Solares  | 4          | R\$10.983,00         | R\$43.932,00  |
| Bombas de recirculação  | 4          | R\$350,00            | R\$1.400,00   |
| Reservatórios térmicos com aquecedor elétrico embutido, termostato digital e vaso de expansão | 4          | R\$6.528,60          | R\$26.114,40  |
| Total   |            |                      | R\$ 71.446,40 |

Com os métodos aplicados e os dados obtidos foi possível constatar uma economia mensal de R\$ 53,57 no consumo de gás para o sistema solar/gás e de R\$ 95,63 no consumo elétrico para o sistema solar/elétrico por unidade habitacional. Já a economia anual por unidade habitacional, foi de R\$ 642,78 e R\$ 1.147,55 respectivamente.

Verificou-se ainda, que o valor presente líquido (VPL) do sistema solar/gás foi de R\$ 30.164,07. Já o do sistema solar/elétrico foi de R\$ 176.113,43, como o VPL está relacionado a taxa de juros apropriada, menos o custo do investimento inicial, podemos afirmar que ambos os projetos são vantajosos.

O estudo e os cálculos realizados indicaram que após a implantação do sistema em questão, para a edificação como um todo, é possível obter uma economia anual média de R\$ 17.271,77 para o consumo de gás e de R\$ 37.944,97

para o consumo de energia elétrica, ao longo da vida útil do sistema de aquecimento solar, que é de 20 anos.

Por meio do cálculo do tempo de retorno do capital também foi possível verificar um retorno do capital investido entre 12 e 13 anos para o sistema solar/gás e entre 5 e 6 anos para o sistema solar/elétrico, concluindo assim, que o investimento é lucrativo tanto para o investidor, quanto para o consumidor final.

Já a taxa interna de retorno calculada, apresentou um valor de 16,20% para o sistema solar/gás e um valor de 36,78% para o sistema solar/elétrico. Ambos os valores, são superiores à taxa mínima de atratividade considerada, que foi de 9,94%.

## CONCLUSÕES

Conforme demonstrado, a relação direta do consumo de energia com o desenvolvimento social, as vantagens ambientais e também os fatores favoráveis à implementação de sistemas heliotérmicos no Brasil, justificam a sua utilização, dada a sua localização e a elevada incidência de irradiação solar no país. Esses são motivos pelos quais o poder público pode considerar para popularizar o uso desse tipo de energia, como alternativa à outras fontes não renováveis.

Pode-se concluir também, que para o consumidor que deseja reduzir o gasto e não tem urgência no tempo de retorno de capital, o projeto mais interessante é o solar/gás. Já para o consumidor que deseja acumular patrimônio e irá dispor de seus recursos financeiros economizados em virtude do sistema de aquecimento solar para outros tipos de aplicações, o mais interessante é o sistema solar/elétrico, já que tanto o valor presente líquido quanto a taxa interna de retorno apresentam valores consideravelmente superiores ao sistema solar/gás.

Logo, os dados apresentados indicaram que o aproveitamento da energia solar é viável em médio e longo prazo, frente à redução do consumo de energia elétrica, não apenas em questões financeiras, mas também à preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- IBICT – Instituto Brasileiro de Inovações, Ciência e Tecnologia. **Guia: Como atrair investimentos em energia heliotérmica**, 47p. 2016.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15569: Sistema de Aquecimento Solar de Água em Circuito Direto – Projeto e Instalação**. Rio de Janeiro, 2008.
- ANEEL – **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3ª ed. – Brasília, 2008.
- ARAÚJO. L. O. **Dimensionamento de um sistema de aquecimento solar para edifícios residenciais na cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação – UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.
- OLIVEIRA. A. M. **A importância da energia solar**. Disponível em:

<<https://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u9267.shtml>>. Acesso em nov/2017.

### **ALOCAÇÃO NEGOCIADA E MODELAGEM HIDROLÓGICA COMO FERRAMENTAS DE GESTÃO DE CONFLITOS NA BACIA DO RIO PIPIRIPAU**

VITOR RODRIGUES LIMA DOS SANTOS  
HELENA DE ANDRADE HORTA BARBOSA  
SAMUEL ALMEIDA FONSECA  
JULIANA PINHEIRO GOMES  
GUSTAVO ANTONIO CARNEIRO

#### **Resumo**

A bacia hidrográfica do rio Pípiripau (Distrito Federal) é caracterizada por demandas consuntivas variadas e por um histórico de conflitos pelo uso da água. Em 2006, foi estabelecido o primeiro marco regulatório para a bacia, pelos órgãos gestores de recursos hídricos responsáveis, ANA e Adasa. Apesar dos avanços, o marco regulatório de 2006 não foi capaz de pacificar os conflitos e garantir a segurança hídrica para as atividades econômicas na bacia. A Adasa, então, aplicou a Análise de Impacto Regulatório (AIR) e decidiu pelo aperfeiçoamento do marco

regulatório da bacia, em 2019. A partir de uma metodologia desenvolvida pela ANA, a Adasa definiu os Estados Hidrológicos (EH) Verde, Amarelo e Vermelho, que servem como indicadores da disponibilidade hídrica na bacia. A partir de um modelo hidrológico, que se baseia na correlação de parâmetros hidrológicos do último período chuvoso com a média das vazões mínimas mensais da série histórica, é possível simular as condições hidrológicas para o período de estiagem em determinado ano. Dessa forma, as regras de alocação negociada do uso da água são discutidas previamente à sua implementação, e os usuários da bacia podem planejar o uso da água com maior segurança. O objetivo do trabalho é, portanto, apresentar a metodologia proposta, discutir as adequações realizadas para área de estudo e os impactos gerados sobre os usuários da bacia, no intuito de reforçar a ampla participação popular nas reuniões de alocação, garantir isonomia e transparência, além de propor metas progressivas aos usuários, visando ao aumento da disponibilidade hídrica na bacia.

**Palavras chave:** *Governança. Disponibilidade hídrica. Gestão participativa.*

### **Abstract**

The Pípiripau river basin, in Brazil's Federal District, is characterized by varied consumptive demands and a history of conflicts over water use. In 2006, the responsible water resources management bodies, ANA and Adasa, established the first regulatory framework for the basin. Despite some progress, the 2006 regulatory framework was not able to pacify conflicts over water use and to ensure water security for the basin's economic activities. Then, Adasa applied a Regulatory Impact Analysis (AIR) methodology, which resulted in the decision to improve the basin's regulatory framework, in 2019. Based on a methodology developed by ANA, Adasa defined three Hydrological States (EH), Green, Yellow and Red, which serve as indicators of water availability in the basin. A hydrological model was constructed based on the correlation of hydrological parameters of the last rainy season with the average monthly minimum flows of the historical discharge series, which allows the simulation of the hydrological conditions for the drought period in a given year. Thus, negotiated water use allocation rules are discussed prior to their implementation, and watershed users can plan water use more safely. Therefore, the purpose of the study is to present the methodology adopted, and to discuss the adjustments applied to the study area and the impacts to the watershed users, aiming to reinforce the popular participation in the allocation meetings, guarantee equality and transparency, aside from propose progressive goals to the users, in order to increase water availability in the basin.

**Keywords:** *Governance. Water availability. Participative management.*

## **INTRODUÇÃO**

A bacia hidrográfica do rio Pípiripau se localiza na parte nordeste do Distrito Federal, tendo 65% da sua superfície utilizada para atividades agropecuárias, 18% com vegetação remanescente, e 17% destinada a outros

usos, incluindo a ocupação urbana (ANA *et al.*, 2010).

O rio Pípiripau é responsável pelo atendimento de boa parte das demandas consuntivas agropastoris da bacia, além de ser o principal manancial de abastecimento de água das regiões urbanas vizinhas denominadas Planaltina e Sobradinho, que

totalizam aproximadamente 260.000 habitantes (CODEPLAN, 2015).

A elevada concentração de atividades agropastoris somada à necessidade de atendimento da demanda de abastecimento humano resulta em intensos conflitos pelo uso da água na bacia.

Ganen et al. (2018) destacam que a maior demanda por água se concentra nos meses de setembro e outubro, período crítico de estiagem no Distrito Federal, justamente quando são registradas as menores vazões disponíveis no rio Pípiripau.

Diante da recorrência de conflitos de usos da água na bacia, a Agência Nacional de Águas (ANA) conjuntamente com a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa) estabeleceram, em 2006, um marco regulatório para a bacia.

Segundo a ANA (2019), marcos regulatórios são responsáveis pela criação de um ambiente onde as necessidades dos usos de recursos hídricos são conciliadas em um conjunto de especificidades e direcionamentos gerais definidos após discussões com usuários, comitês e órgãos ambientais de uma determinada bacia hidrográfica.

Com princípios de isonomia na distribuição das restrições entre os usuários e transparência na elaboração das condições de gerência, o estabelecimento de marcos regulatórios é necessário em cenários caracterizados como conflituosos, nos quais as regras gerais de outorga, utilizadas pelo órgão gestor de recursos hídricos, não são suficientes para o atendimento dos usuários da bacia (ANA, 2019).

O marco regulatório de 2006 foi baseado em um estudo de disponibilidade hídrica de 2004 e estabeleceu vazões mínimas a serem atendidas em cinco pontos de controle da bacia (ANA, 2004). Caso não houvesse o cumprimento dessas vazões, iniciava-se o processo de alocação de água na bacia.

Destaca-se que o referido marco regulatório permitiu que a gestão de conflitos de uso na bacia fosse realizada de forma participativa, descentralizada e transparente, o que consequentemente, assegurou o controle social dos comandos regulatórios.

Apesar de representar um avanço em relação à gestão, o marco regulatório de 2006 estabeleceu vazões de referência únicas para todo os meses do ano. Logo, para os meses mais críticos, era comum

que as vazões mínimas não fossem atendidas, situação que demandava a imediata implementação de regras de alocação de usos, gerando insatisfação e prejuízo aos usuários (Adasa, 2019).

A fim de aprimorar a gestão de conflitos pelo uso da água, a Adasa iniciou em 2018 um estudo piloto na bacia do Pípiripau para a aplicação da metodologia de Análise de Impacto Regulatório (AIR).

A AIR, um dos principais instrumentos voltados à melhoria da qualidade regulatória, pode ser definida como um processo sistemático baseado em evidências que avalia, a partir do problema regulatório definido, os possíveis impactos das alternativas de ação disponíveis para o alcance dos objetivos (Brasil, 2017).

Na realização da AIR, foram identificadas diversas alternativas que poderiam diminuir o conflito pelo uso de água. Dentre àquelas identificadas como de competência normativa da Adasa, o “Aperfeiçoamento das Regras do Marco Regulatório” foi a mais apropriada para o alcance dos objetivos propostos (Adasa, 2019).

Este trabalho apresenta os resultados obtidos com o aperfeiçoamento das regras para o novo marco regulatório do Pípiripau, o qual se baseia em

modelagem hidrológica para a antecipação dos estados hidrológicos e em regras objetivas de alocação negociada.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o aperfeiçoamento das regras do marco regulatório do rio Pípiripau, utilizou-se a mesma metodologia adotada pela Coordenação de Marcos Regulatório e Alocação de Água da ANA, em que os Estados Hidrológicos (EH) são indicadores da condição de disponibilidade hídrica da bacia, baseados no monitoramento de vazões em pontos de controle específicos em determinado período.

De modo geral, os Estados Hidrológicos estabelecidos por essa metodologia têm a seguinte definição:

- EH Verde: situação na qual os usos outorgados são garantidos;
- EH Amarelo: situação na qual as condições de uso serão estabelecidas no Termo de Alocação Anual de água, em Boletins de Acompanhamento da Alocação ou em comandos específicos do respectivo ponto de controle;
- EH Vermelho: situação na qual é declarada situação de escassez hídrica, onde os usos são definidos pelo órgão outorgante.

Para a bacia do rio Pipiripau, foram estabelecidos três pontos de controle, identificados na Figura 1 e descritos abaixo:

- PC-1 (estação fluviométrica Pipiripau Monte Canal): localizada a montante das principais demandas outorgadas da bacia (Canal Santos Dumont e captação da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - Caesb). Este ponto de controle é responsável pela definição do estado hidrológico em toda a bacia, e conta com o monitoramento fluviométrico a partir do ano 2001.

- PC-2 (estação fluviométrica Frinocap): localiza-se nas proximidades do exutório da bacia, com operação iniciada em 1971. Este ponto de controle é responsável pelo monitoramento das vazões mínimas remanescentes da bacia,

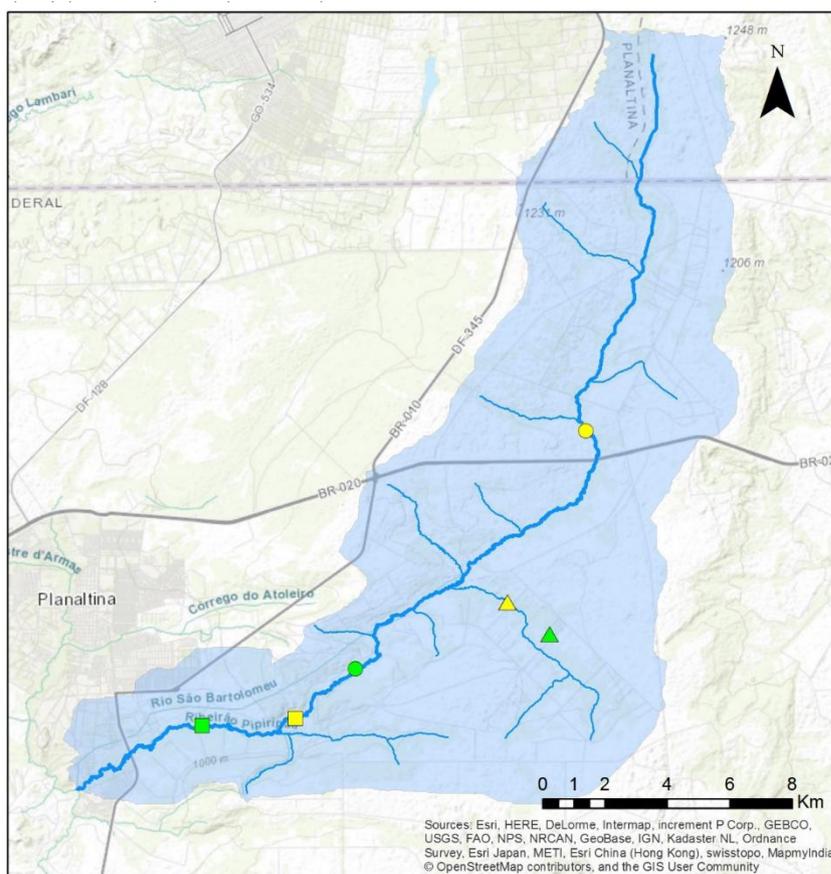
conforme es  
Gestão Integr  
Distrito Fede  
em 2012.

- O PC-  
Taquara,  
monitorem  
hidrográfica.  
precipitação i  
são utilizados

A det  
para cada Est:

PC-1, é baseada no balanço entre a disponibilidade hídrica, representada pelas vazões específicas de referência estabelecidas pelo Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal - PGIRH-DF e pelo número de outorgas da bacia. Assim, o Quadro 1 apresenta a metodologia de cálculo das vazões limites.

Figura 1. Localização dos pontos de controle da bacia hidrográfica do rio Pipiripau.



Fonte: Própria (2019)

Quadro 1. Definição das vazões limites em cada Estado Hidrológico (EH).

| <b>Estado Hidrológico</b> | <b>Definição da Vazão Limite</b>   |
|---------------------------|--|
| Verde                     | Valor limite que garanta 100% das outorgas a jusante do PC-1 e a vazão remanescente no PC-3.   |
| Amarelo                   | Valor limite que garanta o percentual de restrição definido no Termo de Alocação e a vazão remanescente no PC-3, considerando a diminuição de 50% na vazão específica mensal de referência (PGIRH/2012) a jusante do PC-1. |
| Vermelho                  | Vazão abaixo do limite mínimo do EH Amarelo.   |

De acordo com a Resolução Adasa nº 350/2006, que estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga de direito de uso dos recursos hídricos no Distrito Federal, a vazão outorgável em cada unidade hidrográfica é limitada a 80% da vazão de referência adotada, respeitando a sazonalidade de vazões características nos corpos hídricos do DF (Adasa, 2006). Assim, as vazões consideradas em cada EH apresentam variações mensais de acordo com recrudescimento do período de estiagem e têm seu monitoramento a jusante realizado pelo PC-2.

A partir do monitoramento hidrológico da bacia do rio Pípiripau realizado no PC-1 e PC-3, é possível estimar as condições hidrológicas da bacia em determinado ano. A simulação das condições hidrológicas esperadas para a bacia objetiva fornecer informações de disponibilidade hídrica, com antecedência, o que possibilita aos usuários da bacia o planejamento de suas ações ao longo do período seco, e a otimização da utilização do recurso hídrico disponível.

Isto posto, a estimativa das vazões futuras é obtida por meio de modelagem hidrológica que se baseia na correlação de parâmetros hidrológicos do último período

chuvoso com a média das vazões mínimas mensais apresentadas durante toda a série histórica. Os parâmetros hidrológicos utilizados são:

- Média das mínimas vazões mensais afluentes no PC-1 entre os meses de setembro e dezembro do ano anterior;
- Média das mínimas vazões mensais afluentes no PC-1 entre os meses de janeiro e abril do ano corrente;
- Precipitação acumulada no PC-3 entre os meses de setembro do ano anterior e abril do ano corrente;
- Vazão mínima diária no mês de abril do ano corrente, representando a condição do fluxo de base.

Com a correlação dos parâmetros listados em toda a série histórica, obtêm-se as vazões esperadas para cada um dos meses de estiagem. Isso permite o planejamento para os usos na bacia.

A partir das condições observadas no PC1 – Montante Canal, define-se o Estado Hidrológico (EH) em cada mês, e iniciam-se as reuniões de alocação negociada do uso da água para o caso de entrada no EH amarelo.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 são apresentados os limites de cada EH para o PC-1 e a curva de vazão sintética que representa o decaimento das vazões, simulada para 2019.

O coeficiente de Pearson ( $R^2$ ) para os meses de maio e abril variou entre 0,98 e 0,85, respectivamente. No mês de outubro, o valor de  $R^2$  foi menor, porém esse resultado era esperado, uma vez que este mês apresenta um maior índice pluviométrico. Contudo, os valores de  $R^2$  para todos meses simulados foram considerados satisfatórios e capazes de representar as vazões mínimas ao longo do período de estiagem.

A análise comparativa dos limites de EH e da vazão sintética permite classificar a priori qual a disponibilidade hídrica esperada para cada um dos meses subsequentes do período de estiagem. Isso permite que se realize com antecedência a discussão para a implementação de medidas restritivas, durante as reuniões de alocação negociada de água realizadas na bacia.

A primeira reunião anual de alocação, que acontece ao final do período chuvoso, é a fase do marco regulatório

onde espera-se uma maior participação social.

Nessa reunião é instituída uma Comissão de Acompanhamento composta pelos usuários da bacia e são apresentadas as simulações de comportamento das vazões, assim como os EHs esperados para o ano corrente. Procedese, então, com as alocações de água, que podem definir limites percentuais de restrição da outorga, além de rodízios de captação de acordo com horários, dias da semana, margens do rio ou setor usuário

A Tabela 2, sumariza as condições de uso a serem aplicadas na bacia do rio Pipiripau ao longo dos próximos anos.

A condição de EH Amarelo permite maior flexibilidade para a negociação de alocação de água entre os usuários. Já na condição de EH Vermelho, por se tratar de situação de escassez hídrica, os comandos são pré-definidos. Ainda, para este último, há a tendência de que se diminua a dependência da utilização das águas do rio Pipiripau para o abastecimento humano de áreas urbanas em outras sub-bacias contíguas. Para isso, a prestadora de serviços de abastecimento de água está implementando obras de interligação das redes de abastecimento dessas áreas com redes abastecidas por outros sistemas de

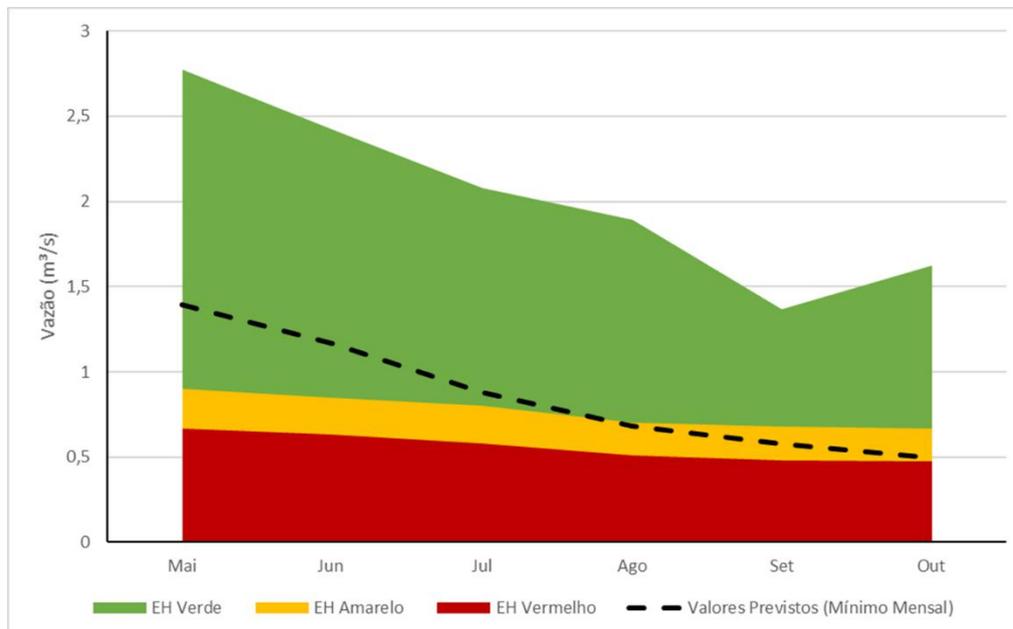


# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

produção de água, como pode ser refletido nas regras gradativas definidas para o setor de abastecimento no Quadro 2.

Figura 2. Vazões limites de cada Estado Hidrológico no PC-1 e curva ilustrativa de deplecionamento do rio no período de estiagem (maio a outubro de 2019).



Fonte: Própria (2019)

Quadro 2. Condições de uso por Estado Hidrológico.

| Estado Hidrológico | Finalidade  | Condição de uso   |
|--------------------|---|---|
| Verde              | Todas   | 100% do valor outorgado   |
| Amarelo            | Abastecimento público                               | Entre o máximo permitido no EH Vermelho e 100% do valor outorgado   |
|                    | Demais finalidades                                  |   |
| Vermelho           | Abastecimento público em 2019                       | Entre 70% e 80% do valor outorgado  |
|                    | Abastecimento público de 2020 a 2022                | Até 50% do valor outorgado  |
|                    | Abastecimento público a partir de 2023 <sup>1</sup> | Até 50% do valor outorgado, somente permitido em situação de colapso dos mananciais externos à bacia do rio Pípiripau |
|                    | Demais finalidades                                  | Até 25% do valor outorgado  |

<sup>1</sup> A demanda deverá ser suprida por meio da interligação com outros sistemas de abastecimento público.

Vale destacar que as restrições relativas aos diferentes estados hidrológicos, estabelecidas para os próximos anos, tiveram o intuito de aumentar a disponibilidade hídrica da bacia, por meio da regulação e da otimização do uso dos recursos hídricos. Dessa forma, foram

definidas metas progressivas para os diferentes setores de usuários, dentre as quais destacam-se:

- Concessionária de serviço público de abastecimento de água: deve apresentar à Adasa relatórios semestrais que demonstrem a realização de melhorias nos sistemas de distribuição abastecidos pela captação de água do rio Pípiripau, inclusive quanto às perdas físicas e totais apresentadas por indicadores a serem definidos pela regulação do saneamento básico; e
- Associação de Usuários do Canal de Abastecimento de Água do Núcleo Rural Santos Dumont: deve apresentar ações visando à redução das perdas nos canais de condução, desde a captação no rio Pípiripau até os pontos de entrega, de modo a permitir seu funcionamento mesmo no Estado Hidrológico Vermelho.

Complementarmente, o marco regulatório da bacia do Pípiriabau ainda indicou a necessidade de implementação de sistemas de quantificação dos volumes captados pelos irrigantes, para fins de acompanhamento e monitoramento do cumprimento das outorgas e dos termos de alocação negociada.

## CONCLUSÕES

A partir da aplicação da metodologia da Análise de Impacto Regulatório para a identificação das ações mais efetivas para a resolução dos recorrentes conflitos por uso de água na bacia do rio Pípiripau, foi constatado que o “aperfeiçoamento das regras do marco regulatório” seria a ação que poderia gerar resultados assertivos para o aprimoramento da gestão de recursos hídricos na bacia do rio Pípiripau.

Desse modo, a Adasa, com o apoio da ANA, reestruturou o marco regulatório estabelecido em 2006, incorporando importantes melhorias para a gestão de conflitos na bacia. Destaca-se, dentre essas melhorias, a divulgação com antecedência das simulações dos estados hidrológicos para o período de estiagem, bem como as possíveis restrições de uso a serem implementadas. Por conseguinte, garante-se o planejamento do plantio pelo usuário de acordo com disponibilidade hídrica futura, obtida por meio de um modelo hidrológico que se baseia na correlação de parâmetros hidrológicos do último período chuvoso com a média das vazões mínimas mensais da série histórica.

A ampla participação popular nas reuniões de alocação e a representatividade

da Comissão de Acompanhamento reforçam os princípios de isonomia e transparência dado a todo o processo de elaboração e implementação deste marco regulatório.

Outra inovação dessa metodologia é o estabelecimento de metas progressivas aos usuários, visando ao aumento da disponibilidade hídrica futura da bacia. Isso dar-se-á a partir das ações de integração de sistemas de abastecimento de água nas áreas urbanas vizinhas, da adoção de melhores práticas no uso do recurso hídrico, além do reforço da necessidade de monitoramento das vazões captadas pelos usuários da bacia.

## REFERÊNCIAS

ADASA. AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUA, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL. Resolução nº 350, de 23 de junho de 2006. **Estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga prévia e de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, em corpos de água de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União e estados.** Brasília, 2006.

ADASA – AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUA E SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. **Análise de Impacto Regulatório – Projeto Piloto**

**"Regras de Uso de Água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pípiripau.** Brasília, 2019.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; EMATER (DF); SECRETARIA DE AGRICULTURA, ABASTECIMENTO E PECUÁRIA (DF); THENATURE CONSERVANCY. **Programa Produtor de Água - Relatório de diagnóstico socioambiental da bacia do Ribeirão Pípiripau.** Brasília, 2010.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Nota Técnica nº 600/2004/SOC. **Disponibilidade e Balanço Hídrico da Bacia do ribeirão Pípiripau.** Brasília, 2004.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Nota Técnica nº 10/2018/COMAR/SER. **Marco Regulatório estabelecendo novas condições de uso dos recursos hídricos no sistema hídrico Verde Grande, no Estado de Minas Gerais.** Brasília, 2018.

BRASIL. CASA CIVIL. **Guia orientativo para a elaboração de Análise de Impacto Regulatório (AIR).** Brasília, 2017.

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL – CODEPLAN. **Pesquisa Distrital Por Amostra De Domicílios – PDAD – 2015 – Planaltina.** Brasília, 2015.

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL – CODEPLAN. **Pesquisa Distrital Por Amostra De Domicílios – PDAD – 2015 – Sobradinho.** Brasília, 2015.

GANEM, S. M. SILVA, P. R., FIGUEREDO, G. C., OLIVEIRA, H. R., MELO, J. P. F., MELLO, R. M. "Conflito pelo uso da água" *In* Lima, J. E. F. W.,

Ramos, A. E. (eds.) **A experiência do projeto produtor de água na bacia hidrográfica do ribeirão Pipuripau.**  
Brasília, 2018 p. 68-78.

## **SOLAPAMENTO E DESINFORMAÇÃO: CARÊNCIA DE ESTUDOS E MEDIDAS PREVENTIVAS E REPARATÓRIAS.**

ANA FLÁVIA ZANNA FERREIRA  
ROBERTSON FONSECA DE AZEVEDO

### **Resumo**

*A formação de lagos artificiais decorrentes do barramento de corpos d'água é uma realidade no país, resultado da exploração da água como fonte de energia. Apesar do slogan da energia limpa, a implantação de usinas hidrelétricas acarreta impactos ao meio ambiente, dentre eles o solapamento, fenômeno erosivo decorrente do choque da água no barranco e que pode ser encontrado nos reservatórios das bacias do Paraná e Paranapanema. A constatação da continuada perda de solo às margens de reservatórios foi realizada pelo Ministério Público do Estado do Paraná, durante vistoria decorrente de termo de ajustamento de conduta o qual previa o replantio de mata ciliar em pontos do reservatório da UHE Capivara. Realizado o plantio, áreas foram engolidas pela expansão lateral do reservatório, em virtude do solapamento, ocasionando perda do solo e dos espécimes plantados. O solapamento não é previsto nos Estudos de Impacto Ambiental e Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) e a realização de pesquisas científicas, ainda escassas sobre o tema, é ferramenta fundamental para o melhor entendimento e busca de soluções para tais processos erosivos.*

**Palavras chave:** Solapamento. Erosão. Reservatórios Hidrelétricos. Dano Ambiental.

### **Abstract**

*In Brazil, the impoundment of rivers for energy production is a reality. Although marketed as clean energy, dam construction is cause to environmental impacts, among which is the occurrence of reservoir margins erosion, caused by the friction of water on the banks of the artificial lake. This feature occurs in the cascade of dams along the Paraná and Paranapanema Rivers. The State Prosecutors Office for Paraná State has registered this phenomenon when checking the compliance of a deal on the reforestation of the banks of the Capivara Dam, which had been washed away, with the soil underneath, due to shore erosion. This phenomenon is not mentioned in Environmental Impact Assessments (EIA) nor in Management Plans for Reservoir Surroundings (PACUERA). There are scarce scientific studies on the subject and it is necessary to develop a better understanding of this geomorphologic process, its consequences and remedies.*

**Keywords:** Shore erosion, Dams, Environmental Impact

## **INTRODUÇÃO**

O solapamento de margens de reservatórios e danos associados são pouco conhecidos no Brasil. O fenômeno consiste no desbarrancamento gerado por erosão decorrente do fluxo de água na base do barranco, causado preponderantemente por ação de ondas.

É assunto com vasto aspecto de exploração, mas ainda pouco abordado em estudos acadêmicos, fundamentais para o dimensionamento e prevenção deste fenômeno que possui como alguns de seus resultados a perda de solo; destruição de áreas florestadas naturais ou reflorestadas; culturas agrícolas e estruturas viárias ou de

construção civil situadas às margens de reservatórios. Ocorre, ainda, alterações nas dimensões de propriedades rurais, muitas vezes impossibilitando a efetiva medição das áreas, com implicações no registro imobiliário e consequente negociação das áreas afetadas, além de contribuir com o assoreamento do corpo hídrico.

Para a instalação de empreendimentos hidrelétricos, um dos requisitos é a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental, conhecido por EIA, regulamentado pela Resolução CONAMA 01/86, que deverá, entre outras previsões, identificar e prever “a magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes” e, novamente entre outras obrigações, determinar “seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas” e distribuição dos ônus sociais.

Igualmente, os Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial, abreviados como PACUERA e definidos pela Resolução 302/2002 do CONAMA devem contemplar o: “conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros

estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.”

O solapamento não tem sido objeto de previsão nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) ou nos Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA), fato que dificulta o diagnóstico e combate do fenômeno e que indica a necessidade de estudos aprofundados acerca do tema.

O fenômeno tem sido observado em reservatórios localizados na bacia do rio Paraná, mas é fundamental a necessidade de estender a iniciativa a todas as regiões do país para formulação de um cenário completo e que atue no controle e prevenção do solapamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para obtenção dos resultados esperados serão utilizadas: revisão bibliográfica, buscando identificar qual estágio atual de conhecimento envolvendo solapamento; entrevistas com ribeirinhos, proprietários rurais, funcionários de órgão ambientais, pessoas direta e indiretamente afetadas pelas erosões em margens de reservatório; busca e análise de documentos públicos, ações judiciais relacionadas ao assunto; visita a campo a

fim de constatar *in loco* a ocorrência do solapamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas cascatas de reservatórios da bacia do Paraná, áreas afetadas por processos erosivos laterais podem ser observadas nos lagos artificiais das usinas hidrelétricas (UHE)s de Rosana, Capivara e Chavantes, no rio Paranapanema e nas UHEs de Itaipu, Jupiá e Ilha Solteira, no rio Paraná.

Ainda que pouco estudado, o fenômeno amplia os impactos ambientais, sociais e econômicos causados pela construção de reservatórios artificiais.

A erosão marginal deriva da ação das ondas que atingem a base do barranco, afetando a estabilidade do solo, que acaba cedendo. Em tese de doutorado apresentada à Universidade de São Paulo, com o título “Gênese e dinâmica de erosões em margens de reservatórios. Pesquisa & Desenvolvimento no estudo de caso nas UHEs Chavantes e Rosana (rio Paranapanema, SP/PR)” Rubio (2014) associa a ocorrência do fenômeno à existência de “pistas de vento”, criadas com a elevação dos níveis das águas represadas. A constante movimentação do vento sobre a superfície do lago artificial

cria ondulações que ao chocarem-se com as margens friáveis dos reservatórios (especialmente aqueles em regiões de solo arenítico, como no caso das bacias do alto Paraná e baixo e médio Paranapanema), causam o desmoronamento das áreas marginais.

Por estar associado à instalação de empreendimentos hidrelétricos, necessária seria previsão da questão nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA), com previsão de ações para prevenção do fenômeno e contenção dos danos já evidenciados.

Durante atuação em caso envolvendo recuperação de áreas de preservação permanente localizadas, entre outros corpos hídricos, às margens de usina hidrelétrica, o Ministério Público do Estado do Paraná constatou perda de áreas reflorestadas às margens do reservatório de Capivara e que eram objeto de Termo de Ajustamento de Conduta

Em visita a campo, com percurso de aproximadamente 180 km (cento e oitenta quilômetros), realizada no ano de 2017, contando com a presença de promotores de justiça, prepostos do Grupo Atalla – partes no termo de ajustamento de

conduta firmado com o Ministério Público para recuperação de áreas de preservação permanente, inclusive relativas ao lago de empreendimento hidrelétrico na região de Porecatu-PR, além de pesquisadores da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Estadual de Maringá e servidores do Instituto Ambiental do Paraná, houve constatação de áreas com perda de solo e vegetação replantada às margens do lago.

Entretanto, apesar da evidência física sobre o fenômeno, documentada, também objeto específico de tese de doutorado, o PACUERA da UHE Capivara, no rio Paranapanema, não trata do assunto.

No que se refere à Usina Hidrelétrica de Porto Primavera, o solapamento foi abordado no documento “Consolidação Metodológica do Planejamento e Implantação de Reflorestamento Ciliar na UHE Engenheiro Sérgio Motta”, onde é reconhecida a existência do processo de solapamento, apontando-se possível comprometimento das atividades de silvicultura.

Nos Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial das Usinas

Hidrelétricas de Jupia e Ilha Solteira, a empresa responsável pelos empreendimentos reconhece problemas com perda de solo, assoreamento de corpos d’água e perda de cobertura vegetal decorrentes de processos erosivos marginais.

Ações judiciais 52441-41.2013.8.16.0014-PR e 0003804-66.2015.8.26.0481-SP, entre outras, na Justiça Federal, abordam o tema, o que corrobora com a necessidade de mobilização da comunidade científica, a fim de promover o estudo do fenômeno, já que a via judicial, por tratar-se de tema com grande especificidade, necessita de pareceres de profissionais que se dediquem ao estudo do fenômeno, a fim de buscar a melhor decisão para a lide que lhe foi apresentada.

Em entrevistas com profissionais de diferentes entidades administrativas no estado do Paraná (Instituto de Terras, Cartografia e Geologia, Águas Paraná e Instituto Ambiental do Paraná), constatou-se desconhecimento específico sobre o assunto.

Visita a campo promovida pela Procuradoria da República em Paranavaí-PR nas áreas marginais ao lago artificial da UHE de Rosana, no rio Paranapanema,

constatou ocorrência do fenômeno em áreas de floresta da Estação Ecológica do Arenito Caiuá, em Diamante do Norte-PR.

Recentemente, o tema foi levado ao II Encontro Integrado do Rio Paranapanema, em Avaré-SP, com organização pelo Comitê Federal da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema.

O solapamento ocasiona perda de solo agrícola; aceleração do assoreamento dos reservatórios; perda de cobertura vegetal em áreas de preservação permanente e alteração nos limites de propriedades rurais, causando problemas de Registro Imobiliário, por ausência de georreferenciamento.

Mostra-se como mais uma das consequências negativas da formação de barragens e que deveria ser prevista nos licenciamentos ambientais dos empreendimentos e planos de recuperação, principalmente o PACUERA, objetivando fornecer uma visão mais completa dos impactos ambientais causados pelos empreendimentos hidrelétricos, bem como apontar ações a serem desenvolvidas para prevenção ou recuperação das áreas afetadas.

## CONCLUSÕES

Há necessidade do desenvolvimento de pesquisas para quantificação e análise do solapamento e sua previsão na fase de licenciamento de projetos hidrelétricos e respectivos planos ambientais, com adoção de medidas mitigatórias e reparadoras.

Trata-se de mais um fenômeno negativo decorrente da instalação de empreendimentos hidrelétricos e que afeta diretamente as margens dos reservatórios, ocasionando perda de terra, de cobertura vegetal, alteração dos limites imobiliários, entre outros.

A falta de estudos sobre o tema tende a agravar os problemas já verificados, tanto no que diz respeito ao aumento das erosões já existentes, como na formação de novas, abrangendo lagos já consolidados e aqueles que vierem a ser eventualmente implantados.

Os estudos devem ser desenvolvidos por profissionais da Limnologia, Engenharia, Geologia e Direito, em exercício multidisciplinar que forneça à comunidade e entidades governamentais informações e soluções sobre a realidade fática, a ser mais uma vez desvendada pela pesquisa.

O assunto não pode deixar de ser objeto de preocupação das pessoas e

entidades integrantes dos comitês de bacia hidrográficas dos locais em que ocorre, devendo ser contemplado nos respectivos Planos de Recurso Hídrico.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, R.F. **Relatório de viagem e audiência pública nº 26/17, Porecatu, Centenário do Sul, 21 de junho**, CENTRO DE APOIO OPERACIONAL DAS PROMOTORIAS DE JUSTIÇA DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE, HABITAÇÃO E URBANISMO disponível em:

<https://drive.google.com/drive/folders/1xyCfFTipSVYXo-3b7eEN62cxHttiTEvD?usp=sharing>;

BRASIL. **Resolução CONAMA 302 de 20 de março de 2002**. Publicada no DOU no 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, páginas 67-68;

LATRUBUSSE, E. M.; STEVAUX, J. C. **Geomorfologia Fluvial**. 1. ed. Oficina de Textos, 2017, p. 296;

MULTIPLANO ENGENHARIA. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial, UHE Rosana**. Disponível em <http://www.multiploengenharia.com.br/pacuera.pdf>. Acesso em 18 de setembro de 2019, às 10:25 horas;

MULTIPLANO ENGENHARIA. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial, UHE**

**Capivara**. Disponível em: [file:///L:/42%20Seção/Solapamento%20M/Pacuera\\_UHE\\_Capivara.pdf](file:///L:/42%20Seção/Solapamento%20M/Pacuera_UHE_Capivara.pdf). Acesso em 18 de setembro de 2019, às 10:44 horas;

RUBIO, M. F. **Gênese e dinâmica de erosões em margens de reservatórios. Pesquisa & Desenvolvimento no estudo de caso nas UHEs Chavantes e Rosana (rio Paranapanema, SP/PR)**. Tese de Doutorado. São Paulo: FFLCH / USP, 2014;

SANCHES, E. G. C; GERES, W. L. A; MUSTAFÁ, A. L; BRAGA, S. R; DIAS, J. H. P; MACHADO, C. **Consolidação Metodológica do Planejamento e Implantação de Reflorestamento Ciliar na UHE Eng. Sérgio Motta (Porto Primavera)**. In: Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 2007. Disponível em <http://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/03/CONSOLIDAC%CC%A7A%CC%83O-METODOLOGIA-DO-PLANEJAMENTO-E-IMPLANTAC%CC%A7A%CC%83O-DE-REFLORESTAMENTO-CILIAR-DA-UHE-ENG.-SE%CC%81RGIO-MOTTA-PORTO-PRIMAVERA.pdf>. Acesso em 18 de setembro de 2019, às 10:32 horas;

### ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DOS POSTOS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS NA CIDADE DE MACAÉ – RJ

PÂMELA MUNIZ CHAVES

EURICO HUIZIWARA

ALENA TORRES NETTO

ROSANE CRISTINA DE ANDRADE

#### Resumo

A questão ambiental tornou-se um fator de grande importância em virtude do crescimento rápido e desordenado das cidades. Esse crescimento cria novas oportunidades de negócios, como postos de lavagem de veículos, atividade com potencial poluidor. Por isso, é necessário identificar como essas atividades interagem com o meio ambiente aonde estão inseridas. Neste trabalho buscou-se mapear toda a regulação, legal e infralegal, relacionada à atividade de lavagem de veículos. Além disso, foi realizado um inventário do potencial poluidor dos empreendimentos que exploram essa atividade econômica, sendo ainda propostas medidas preventivas e mitigadoras dos impactos ambientais dessa atividade. Para tanto, realizou-se uma pesquisa de campo por meio da realização de entrevistas em oito postos de lavagem de veículos situados nas proximidades da Lagoa de Imboassica e da Praia dos Cavaleiros, localizados no município de Macaé-RJ. Os resultados mostraram que essa atividade, ainda que contribua positivamente para o desenvolvimento econômico e com a geração de empregos no município em questão, gera passivos ambientais que demandam um procedimento de licenciamento ambiental mais criterioso e que contribua efetivamente para a preservação do meio ambiente.

**Palavras chave:** Passivos Ambientais. Preservação Ambiental. Potencial Poluidor.

#### Abstract

The environmental issue has gained importance in cities with rapid and disorganized growth. That growth has created new entrepreneurship opportunities, such as car washes, which may impact the environment.

regulation applied to car washes have been gathered. Besides that, it was made as inventory of the pollution potential of the enterprises that explore that economic activity, as well as proposed measures to prevent and mitigate the environmental impact of these enterprises. To do so, we did interview within eight car wash companies situated around the Imboassica Lagoon and Praia dos Cavaleiros beach, at Macaé municipality in the state of Rio de Janeiro. The results showed that these enterprises, as economically important as they are, have a negative impact in the environment. It urges a better environmental licence regulation by the city, one that truly contributes to preserve the environment.

**Keywords:** Environmental Passive. Environmental Preservation. Potential Polluter.

#### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com o crescimento desordenado das cidades, as questões ambientais tornaram-se presente entre os principais debates em âmbito

mundial. Estudos vêm demonstrando o potencial poluidor das atividades dos postos de lavagem de veículos nos centros urbanos (NASCIMENTO, 2012).

A atividade de lavagem de veículos, além do desperdício de água, gera significativos impactos ao alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente. Nas águas de lavagem de veículos pode existir surfactantes de vários tipos, biodegradáveis ou não, restos de poeira, fuligem, graxa, gasolina e todo tipo de resíduo produzido por esta atividade (ASEVEDO e JERÔNIMO, 2012). Caso estes efluentes sejam eliminados em corpos d'água sem nenhum tratamento, os óleos e graxas diminuem o contato da superfície da água e do ar atmosférico, impedindo as trocas gasosas, reduzindo o oxigênio dissolvido do meio, afetando a respiração da fauna bentônica e redução da realização da fotossíntese dos vegetais e plâncton, conduzindo o ambiente ao processo de eutrofização (TUNDISI, 2003; BUCAS e SALIOT, 2002; ROSA, 2011). Os danos estendem-se ainda às tubulações e equipamentos das Estações de Tratamento de Esgoto das cidades.

Com a falta de tempo e as limitações do uso de água para lavagem de veículos em condomínios residenciais, é crescente a procura por estes serviços em postos especializados. Por conseguinte, novas oportunidades para este tipo de

empreendimento vêm surgindo, ao mesmo passo que se verifica crescentes impactos ambientais negativos resultantes destas atividades (RÉGIS, 2016). Por isso o controle dos efluentes oriundos das atividades de lavagem de veículos deve ser analisado frequentemente devido às quantidades de substâncias que afetam o meio ambiente se descartadas sem tratamento no sistema de esgotamento das águas residuais (TEIXEIRA, 2003).

Existem poucas publicações acerca da adequação ambiental dos postos de lavagem de veículos no Estado do Rio de Janeiro, principalmente quanto à análise legal ambiental. Logo, a presente pesquisa tem por objetivo verificar a situação legal dos estabelecimentos no município de Macaé-RJ, relacionando seu potencial poluidor e propondo medidas mitigadoras para a minimização dos impactos negativos e potencialização dos impactos positivos.

A adequação ambiental desses empreendimentos é indispensável para a melhoria das condições ambientais na cidade.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada na cidade de Macaé, estado do Rio de Janeiro, no período de abril a junho de 2018, tendo sido desenvolvida nas etapas a seguir.

### Área Amostral

Do total de 53 postos de lavagem de veículos cadastrados no município de Macaé, no estado do Rio de Janeiro, no ano de 2016, foram mapeados 16 postos localizados nas proximidades da Lagoa Imboassica e Praia dos Cavaleiros. A seleção foi realizada devido a importância da região para os setores de turismo, comércio e industrial. As informações relacionadas aos postos de lavagem de veículos existentes em Macaé foram adquiridas junto a Secretaria Municipal de Fazenda.

Após a seleção dos postos foram realizadas entrevistas em 08 postos de lavagem (**Figura 1**), devido as suas distintas características operacionais, para identificar os aspectos e impactos ambientais oriundos de suas atividades diárias. Todos os postos selecionados atuavam a menos de um ano no município e apresentavam registro através do Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas - CNPJ.

**Figura 1** - Localização dos postos de lavagem selecionados para as entrevistas - Macaé/RJ (2016).



### Avaliação dos Impactos Ambientais

Os dados levantados na fase de análise foram estruturados em um quadro-síntese com a Relação dos Aspectos e impactos ambientais referentes à atividade de lavagem de veículos com base em Mury (2014), que permitiu estabelecer relações do tipo causa-efeito, além de uma descrição detalhada dos impactos.

Para a elaboração da Relação dos aspectos e impactos ambientais referentes à atividade de lavagem de veículos, foram adotados os seguintes critérios de análise: a classificação dos aspectos ambientais e os tipos de impactos ambientais provocados ao homem, ambiente e as instalações.

### Levantamento dos Aspectos Legais

Para averiguar as legislações ambientais, foram realizadas consultas no ambiente virtual dos órgãos ambientais de âmbito municipal, estadual e federal, representados pelo SEMA, INEA e IBAMA, respectivamente. Além de consultas aos órgãos municipal e estadual para obtenção da documentação exigida para o licenciamento ambiental dos postos de lavagem de veículos.

### Realização de entrevistas

O roteiro das entrevistas foi estruturado em 25 perguntas, visando à obtenção de dados relativos aos aspectos

gerais, recursos hídricos, resíduos líquidos e sólidos, controle de poluição e conscientização ambiental dos empreendedores (Figura 2). A partir das entrevistas realizadas foram aferidas a existência de divergências quanto aos aspectos legais, gestão ambiental e conscientização dos empreendedores. As respostas foram estruturadas em gráficos e quadro para auxiliar a análise das informações.

**Figura 2** – Roteiro da entrevista realizado nos postos de lavagem selecionados - Macaé/RJ (2016).

| Data da entrevista:  | Responsável: |
|--|--------------|
| <b>Aspectos Gerais</b>   |              |
| 1 – Qual o tempo de atividade do estabelecimento?  |              |
| 2 – Possui registro?   |              |
| 3 – Possui licença? (ambiental, outorga, corpo de bombeiros, alvará)                               |              |
| 4 – Qual a quantidade de funcionários do estabelecimento?  |              |
| 5 – Qual a média de veículos lavados semanalmente?   |              |
| 6 – Qual a média de detergentes utilizados semanalmente?   |              |
| 7 – Quais são os principais produtos químicos utilizados no processo de lavagem?                   |              |
| 8 – Quais os serviços prestados pelos empreendimentos?   |              |
| <b>Recursos Hídricos</b>   |              |
| 1 – Qual a procedência da água utilizada?  |              |
| 2 – Qual o volume de água consumida mensalmente?   |              |
| 3 – Possui sistema de captação de águas pluviais?  |              |
| 4 – Possui sistema de reuso de água?   |              |
| <b>Resíduos Sólidos</b>  |              |
| 1 – Quais são os tipos de resíduos gerados pelo empreendimento?                                    |              |
| 2 – Possui separação dos resíduos?   |              |
| 3 – Qual a forma de armazenamento dos resíduos gerados?  |              |
| 4 – Qual a destinação final dos resíduos?  |              |
| <b>Resíduos Líquidos</b>   |              |
| 1 – Possui sistema de drenagem?  |              |
| 2 – Possui tratamento dos efluentes gerados?   |              |
| 3 – Qual a destinação dos efluentes líquidos?  |              |
| <b>Controle de Poluição</b>  |              |
| 1 – Existe impermeabilização do solo?  |              |
| 2 – É realizada a limpeza do sistema de tratamento de efluentes? Se sim, qual a frequência?        |              |
| 3 – Possui monitoramento da qualidade dos efluentes?   |              |
| <b>Conscientização Ambiental</b>   |              |
| 1 – Você acha que seu lava-jato gera impacto ao meio ambiente?                                     |              |
| 2 – Você possui conhecimento das leis pertinentes aos postos de lavagem de veículos?               |              |
| 3 – Você teve e/ou tem dificuldade em obter informações sobre o empreendimento no órgão ambiental? |              |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As entrevistas foram realizadas somente em 08 postos (50%) que realizam diferentes formas de lavagem, onde se podem constatar o tipo denominado manual, a seco e *rollover*.

Por meio de visitas *in loco* foi observado que todos os estabelecimentos

possuíam as áreas destinadas à lavagem de veículos coberta, de modo a não permitir a entrada de água da chuva nas caixas de areia e óleo.

Em relação a licença de operação, 07 postos apresentavam alvará de funcionamento, 01 via Habite-se emitido pelo Corpo de Bombeiros, 06 possuíam licença ambiental, e nenhum dos postos tinha outorga para uso da água. Esta realidade evidencia que, mesmo que os processos ainda não estejam em total acordo com a legislação, no que tange o licenciamento ambiental para a utilização dos recursos naturais e/ou atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, os mesmos não se encontram obsoletos.

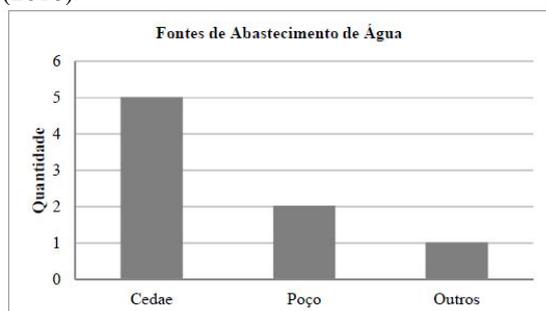
É notório que o processo de fiscalização vem aumentando, conforme informações dos entrevistados. No entanto, ainda existem grandes oportunidades para o desenvolvimento de uma conscientização ambiental sobre a importância deste licenciamento.

Quanto a utilização de produtos químicos que geram impactos ambientais, verificou-se a utilização de seguintes produtos: cera, desengraxante, “pretinho”, sabão neutro, silicone e shampoo automotivo. Estes produtos são capazes de

provocar a contaminação ao ambiente se manuseados indevidamente de acordo com Rosa *et al.* (2011).

Analisando as características dos estabelecimentos em relação ao uso dos recursos hídricos, a **Figura 3** representa que, mais da metade dos empreendimentos utilizam o abastecimento de água público, responsável pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE.

**Figura 3** - Fontes de água utilizadas pelos postos de lavagem de veículos no município de Macaé/RJ (2016).



Também foi possível verificar que nenhum dos postos entrevistados possuía o controle do volume de água utilizada no mês para lavagem dos veículos, somente um dos postos realizava a captação de água pluvial e dois faziam o reuso da água de lavagem para limpeza de pisos ou similares. Este resultado demonstra uma despreocupação em relação ao controle do consumo de água na lavagem dos veículos, mesmo que este insumo esteja relacionado

diretamente à economia do negócio e elevada falta de interesse dos proprietários.

Na análise do gerenciamento de resíduos sólidos, considerou-se os tipos de resíduos gerados, a segregação, forma de armazenamento e destinação final. Dentro os resíduos sólidos gerados foram identificados: embalagens plásticas, estopas contaminadas com óleo, escovas saturadas, luvas de lavagem e trapos, filtros, papel e papelão, resíduos oleosos do sistema separador de água e óleo e sólidos retirados das caixas de gordura.

Dentre os empreendimentos estudados apenas 25% (2) faziam a separação dos resíduos, no qual a maioria utiliza sacos plásticos como forma de armazenamento. Os demais empreendimentos informaram utilizar a coleta pública como destinação de seus resíduos. Este dado demonstra que não existe um correto gerenciamento dos resíduos, assim como a insuficiente fiscalização pelo município, devido à ausência do Plano de Gerenciamento de Resíduos – PGRS, que não consta na relação de documentos obrigatórios no Certificado de Inexibibilidade do Licenciamento Ambiental (CILA), o mesmo foi encontrado em empreendimentos do mesmo tipo na cidade

de Natal – RN (ASEVEDO e JERONIMO, 2012).

Verificou-se ainda que 87,5% (6) dos postos de lavagem de veículos possuíam sistema de drenagem e apenas 25% (2) possuíam a impermeabilização do solo.

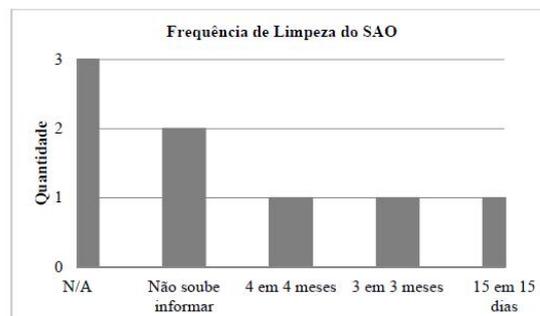
Para a análise dos resíduos líquidos e o controle de poluição associado aos efluentes, verificou-se a existência de sistemas de drenagem, tratamento dos efluentes, monitoramento da qualidade dos efluentes e destinação. Onde, pode-se constatar que a maioria dos empreendimentos utiliza o sistema de coleta fechado através de caminhão limpa fossa, com posterior destinação dos efluentes junto a terceiros. No entanto, a maioria dos empreendedores não realiza o controle da documentação de transporte e destinação final dos resíduos.

Observou-se que em 62,5% (5) dos postos existiam o sistema de tratamento prévio dos efluentes gerados, através de sistema separador de óleo. Notou-se também que em 01 dos postos, devido ao processo de lavagem a seco, o sistema não se fazia aplicável. É importante destacar que, para uma eficiência adequada do sistema de tratamento de efluentes, é necessária a realização frequente de limpeza e manutenção das caixas de areia e

coletoras de óleo. Segundo Perez *et al.* (2014), a frequência de limpeza do sistema, dependerá do volume de veículos lavados.

A **Figura 4** demonstra a frequência de limpeza destes dispositivos nos postos de lavagem de veículos pesquisados. Verificou-se que em 37,5% (3) dos postos de lavagem de veículos ocorre uma boa frequência de limpeza, com variação de 15 em 15 dias a uma vez a cada 4 meses. Dentre os demais, 25% (2) não possuem uma frequência de limpeza e outros 37,5% (3) não realizam a limpeza, por não possuírem o sistema de tratamento de efluentes. No empreendimento de lavagem a seco não se faz necessário a utilização do sistema e em outro o lançamento é realizado diretamente em um corpo hídrico próximo, o que aumenta o impacto ambiental.

**Figura 4** - Frequência de limpeza das caixas separadoras de água e óleo dos postos de lavagem de veículos localizados no município de Macaé, RJ, 2016.



O estudo ainda nos permitiu constatar o baixo nível de conscientização ambiental, dos donos dos postos analisados,

que demonstraram total desconhecimento dos impactos ocasionados pela atividade de lavagem de veículos quando não há o correto gerenciamento e atendimento das normas vigentes, reafirmando a importância da educação ambiental.

Evidenciou-se, ainda, que a maioria dos empreendedores afirma não conhecer leis e normas ambientais vigentes relacionados à atividade, apenas seguem o que os órgãos ambientais orientam. Essa mesma observação foi feita por Negreiros et al. (2010) na cidade de Floriano- Pi.

No **Quadro 1**, ressaltam-se a relação dos aspectos ambientais atribuídos às atividades, produtos e serviços desenvolvidos nos postos de lavagem de veículos, ao qual permitiu estabelecer relações do tipo causa-efeito, além de uma descrição detalhada dos impactos, bem como a avaliação de cada item listado.

Quadro 1 - Relação dos Aspectos e Impactos ambientais referentes à atividade de lavagem de veículos no município de Macaé, RJ, 2016.

| Aspecto Ambiental  | Classificação do aspecto   |  |            |             | Impacto Ambiental   | Tipo de Impacto |          |              |
|--|----------------------------|--|------------|-------------|---|-----------------|----------|--------------|
|  | Direto (D)<br>Indireto (I) | Possível (P)<br>Atual (A)<br>Potencial (F) | Normal (N) | Anormal (A) |   | Humano          | Ambiente | Instalativas |
| Geração de emissões atmosféricas   | D                          | P, A, F                                    | N          |             | Comprometimento da qualidade do ar.   | X               | X        |              |
| Geração de ruídos e vibrações  | D                          | P, A, F                                    | N          |             | Poliuição sonora.   | X               | X        |              |
| Consumo de energia elétrica  | D                          | P, A, F                                    | N          |             | Comprometimento dos recursos naturais.  |                 | X        |              |
| Consumo de água  | D                          | P, A, F                                    | N          |             | Comprometimento dos recursos naturais.  |                 | X        |              |
| Geração de resíduos sólidos (pneus e luvas contaminadas, embalagens de detergentes, resíduos recicláveis, orgânicos) | D                          | P, A, F                                    | N          |             | Comprometimento da qualidade das águas subterrâneas e superficiais; Comprometimento do solo; Degradação da fauna e flora; Poluição visual; Proliferação de vetores. | X               | X        |              |
| Geração de efluentes (óleo e derivados de produtos de lavagem)   | D                          | P, A, F                                    | N          |             | Comprometimento da qualidade das águas subterrâneas e superficiais; Comprometimento do solo; Degradação da fauna e flora.   |                 | X        |              |
| Mistureio de produtos químicos   | D                          | P, A, F                                    | N          |             | Comprometimento da saúde humana.  | X               | X        |              |

Fonte: adaptado de Mury (2014).

Apurou-se que os aspectos e impactos relacionados possuem uma relação direta de possíveis danos ao ambiente e ao homem.

Já para o item instalações, não foi encontrado nenhum aspecto e impacto ambiental que viesse gerar algum comprometimento desse componente examinado.

Os postos de lavagem de veículos avaliados são microempresas que contribuem para o desenvolvimento econômico do município por meio da geração de empregos e contribuições fiscais, no entanto, em relação à questão ambiental, foi percebido que uma pequena parcela dos empreendimentos tem algum tipo de controle ambiental, mas, esses ainda não são eficientes, devido ao tipo de

licenciamento ambiental adotado pelo município.

De acordo com a realidade encontrada, observa-se a existência de um antagonismo entre a questão econômica e ambiental destas atividades, visto que ao mesmo tempo em que contribuem para o desenvolvimento local, também afetam o ambiente. Esta contradição relaciona-se à falta de esclarecimentos, seja pela ausência de conhecimento dos empreendedores, ou pela omissão de assistência técnica e fiscalização dos órgãos ambientais.

Diante da problemática encontrada em relação às temáticas como: utilização de recursos hídricos, impermeabilização do solo, geração de efluentes, geração de resíduos, utilização de produtos químicos e manutenção e limpeza do sistema de tratamento de efluentes, assegura-se que, estes contribuem com a potencialização dos impactos ambientais da cidade de Macaé-RJ. Deste modo, torna-se essencial que haja maiores orientações aos responsáveis pelas atividades, sobre os riscos das mesmas para o ambiente e saúde do trabalhador, bem como sobre correto gerenciamento ambiental deste setor.

Para o desenvolvimento socioambiental dessa atividade, são necessários maiores investimentos em

biotecnologias que unifiquem a preservação ambiental com o retorno financeiro e segurança dos funcionários.

### CONCLUSÕES

Com esse trabalho foi possível observar que os estabelecimentos destinados a lavagem à seco, possuem menor impacto ambiental devido ao baixo consumo de recursos hídricos, baixo investimento com processos de licenciamento e com tecnologias de controle ambiental, devido à irrelevância de empregar-se o tratamento de efluentes. No entanto, é importante salientar que a eficiência do processo nos aspectos ambientais só é válida com a escolha adequada dos produtos químicos utilizados, devendo sempre o empreendedor verificar se o produto utilizado, agride o meio ambiente ou a saúde dos funcionários que fazem uso dos mesmos.

### REFERÊNCIAS

ASEVEDO, K. C. S.; JERÔNIMO, C. E. M. Diagnóstico ambiental de postos de lavagem de veículos (lava-jatos) em Natal-RN. *Scientia Plena*, v. 8, n. 11, p1-10. 2012.

BUCAS, G.; SALIOT, A. Sea transport of animal and vegetable oils and its environmental consequences. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, p. 1388-1396. 2002.

MURY, V. **Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de lava jato de Rio Verde-GO.** 12f. Monografia. Engenharia



# I Seminário Nacional

## Sustentabilidade em Recursos Hídricos

ambiental e Sanitária. Universidade de Rio Verde, Rio Verde – GO. 2014.

NASCIMENTO, L. F. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. 148f. Dissertação (Bacharelado). Engenharia ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC. 2012.

NEGREIROS, A.B.; NASCIMENTO, A. F.; SILVA, R.F.; DINIZ, M.A.R. **Problematização Ambiental dos Lava-jatos da cidade de Florianópolis-PI**. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br> Acesso: 23/05/2019.

PEREZ, I. C.; CORRÊA, R. G.; CRUZ, M. T.; PIRES, J. L. **Oficinas mecânicas e lava a jato: orientações para o controle ambiental**. Série gestão ambiental 8. 2.ed. Instituto Estadual do Ambiente - Rio de Janeiro: 48 p. 2014.

RÉGIS, E. O. **Aspectos socioeconômicos da atuação da fiscalização ambiental: estudo de caso no município de Macaé**

(RJ). 97f. Dissertação (Mestrado profissional). Engenharia ambiental. Instituto Federal Fluminense, Macaé – RJ. 2016.

ROSA, L. G.; SOUSA, J. T.; LIMA, V. L. A.; ARAUJO, G. H.; SILVA, L. M. A. da.; LEITE, V. D. **Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais**. *AmbiÁgua*, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 179-199, 2011.

TEIXEIRA, P. C. **Emprego da flotação por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água**. 171f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP. 2003.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA. 251p. 2003.

### SANEAMENTO E SUSTENTABILIDADE ÁREAS RURAIS – PROGRAMA SUSTENTAR

#### Resumo

*A Fundação Nacional de Saúde (Funasa), entidade vinculada ao Ministério da Saúde, é responsável pelo apoio aos municípios com até 50 mil habitantes, às áreas rurais e comunidades tradicionais, na implementação de sistemas de saneamento básico, bem como no apoio à gestão dos sistemas implantados, com o intuito de promover a saúde e prevenir a ocorrência de doenças e outros agravos ocasionados pela falta ou inadequação das condições de saneamento.*

*A Funasa é responsável, ainda, pela elaboração e implementação do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). Em virtude das especificidades e dificuldades encontradas para operação e manutenção dos sistemas implantados, a Funasa instituiu o Programa Sustentar – Saneamento e Sustentabilidade em Áreas Rurais, por meio da Portaria n.º 3069 de 22/05/2018, com o objetivo de promover a sustentabilidade das ações e serviços de saneamento e saúde ambiental promovidas pela Funasa, bem como estabelecer as diretrizes de atuação nas áreas rurais e comunidades tradicionais.*

**Palavras chave:** Saneamento. Educação. Sustentabilidade. Saúde.

#### Abstract

*The National Health Foundation (Funasa), an entity linked to the Ministry of Health, is responsible for supporting municipalities with 50,000 inhabitants, rural areas and traditional communities, in implementing basic sanitation systems, as well as supporting the management of implanted systems, in order to promote health and prevent the occurrence of diseases and others health problems caused by the lack or inadequacy of sanitation conditions.*

*The Funasa is also responsible for elaboration and implementation of National Rural Sanitation Program (PNSR). Due to specificities and difficulties encountered in the operation and maintenance of implemented systems, the Funasa instituted the Sustain Program – Sanitation and Sustainability in rural areas, through Ordinance n.º 3069 of 05/22/2018, with the goals of promotion the sustainability of sanitation and environmental health actions and services promoted by Funasa, as well to establish guidelines for action in rural areas and traditional communities.*

**Keywords:** Sanitation. Education. Sustainability. Health.

#### INTRODUÇÃO

A Fundação Nacional de Saúde (Funasa) é uma das entidades do Governo Federal responsável pelo apoio técnico e

financeiro a Estados e Municípios na implantação de ações de saneamento básico, entendido como um dos fatores determinantes e condicionantes da saúde.

A Funasa atua, ainda, no sentido de ampliar a cobertura de ações e serviços de saneamento básico nas áreas rurais e comunidades tradicionais do país, priorizando soluções que permitam a sustentabilidade dos sistemas implantados.

Sua atuação é pautada, ainda, pela Política Nacional de Saneamento Básico, a qual foi instituída por meio da Lei n.º 11.445/2007, e que estabeleceu a necessidade de elaboração de três programas de atuação: Saneamento Integrado, Saneamento Rural e Saneamento Estruturante.

Com relação aos programas estabelecidos, a atuação da Funasa é voltada para os municípios com até 50 mil habitantes no que diz respeito aos programas Saneamento Integrado e Saneamento Estruturante. Ressalta-se que tais programas são coordenados pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR).

No que diz respeito ao programa Saneamento Rural, a Funasa é a responsável pela elaboração, implementação e coordenação do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), a partir do qual estão previstas metas e investimentos tanto para ampliação da cobertura do acesso aos serviços de

saneamento (ações estruturais) quanto para ações voltadas à gestão e operação dessas obras (ações estruturantes).

Grande é o desafio para cumprimento das metas previstas tanto no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) quanto no Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), visto que, historicamente, os investimentos no setor saneamento foram voltados para a execução de obras de infraestrutura, tais como: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais em áreas urbanas. Apesar de tais investimentos contribuírem para redução do déficit de atendimento e contribuírem para o alcance das metas, esses não garantem a sustentabilidade na prestação desses serviços.

Nesse sentido, torna-se fundamental o desenvolvimento de ações estruturantes, relacionadas ao apoio técnico e gerencial, capacitação e assistência técnica, de forma a contribuir para a continuidade da prestação dos serviços e para a sustentabilidade dos recursos investidos em ações estruturais.

Tal importância fica ainda mais nítida quando se tratam das áreas rurais. Observando-se os elevados déficits de cobertura aos serviços de saneamento

nessas áreas, verificamos a necessidade maior de investimentos tanto em ações estruturais quanto em ações estruturantes.

O meio rural apresenta uma série de particularidades que o diferencia do meio urbano impondo desafios para a formulação e implementação de políticas e programas. No campo das ações de saneamento, destacam-se a dispersão da população no território, a situação socioeconômica dos habitantes, a diversidade de organização das comunidades e a influência de aspectos físicos, geográficos e naturais na escolha de tecnologias e soluções de saneamento adequadas. Além disso, a carência técnica e gerencial das prefeituras dos pequenos municípios e a ausência de modelos de gestão capazes de promover a sustentabilidade das ações e serviços implementados contribuem para o agravamento desse cenário. Isso significa que os projetos de saneamento executados nessas áreas devem considerar a ativa participação das comunidades no desenvolvimento de todas as etapas e do trabalho articulado de diferentes atores envolvidos com a temática do saneamento.

Diante desse contexto, a Funasa lançou o Programa Sustentar com diretrizes orientadoras da sua atuação no

fortalecimento da capacidade dos municípios em atuar em saneamento e saúde ambiental nas áreas rurais e comunidades tradicionais em seus territórios, em conformidade com o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), visando sempre a sustentabilidade das ações e serviços implementados.

O objetivo do presente trabalho, é de abordar a atuação da Fundação Nacional de Saúde (Funasa) no apoio às comunidades rurais e tradicionais na escolha das alternativas para implementação de ações e serviços de saneamento, bem como das práticas para sustentabilidade dos mesmos, apresentando os principais produtos obtidos no processo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia do presente trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica em documentos internos e outros documentos utilizados para elaboração do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) e do Programa Sustentar.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O meio rural brasileiro, historicamente, tem tido pouca atenção das políticas públicas de saneamento básico, as quais se mostram insuficientes e distantes

das realidades locais. As ações de saneamento rural no Brasil têm sido executadas de forma fragmentada, sendo as propostas pontuais e descontínuas, desconsiderando as especificidades culturais e naturais de cada região brasileira. Dessa forma, um dos principais problemas identificados nas intervenções realizadas nessas áreas é a dificuldade em promover a continuidade dos serviços implementados após o fim da instalação da infraestrutura, de forma que o déficit no acesso aos serviços, a vulnerabilidade das famílias rurais às doenças de veiculação hídrica, e o subdesenvolvimento socioeconômico nessas regiões se perpetuem no cenário nacional.

Nessa perspectiva, o Programa Sustentar, em consonância com o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), se propõe a orientar e apoiar as intervenções realizadas nos territórios rurais incentivando e promovendo o desenvolvimento de ações de gestão e educação em saúde ambiental em conjunto com o desenvolvimento das obras.

A proposta do Programa Sustentar incorpora a compreensão de que a gestão dos serviços de saneamento deve se inter-relacionar com os aspectos social, econômico, ambiental, educativo e

participativo. Por meio dessa proposta, a Funasa busca atuar de forma a fortalecer os municípios, e as comunidades beneficiadas, na concepção de gestão compartilhada e integrada. Busca-se, portanto, atender as demandas provenientes das comunidades relacionadas ao apoio e assessoria de diferentes áreas do conhecimento, que se interagem para o alcance da meta comum.

Os objetivos específicos do Programa Sustentar são:

- Capacitar o corpo técnico da Funasa para o desenvolvimento de ações de saneamento e saúde ambiental no meio rural, de forma articulada, visando a assistência técnica aos municípios e comunidades para a prestação dos serviços de saneamento;

- Incentivar a implementação de ações integradas visando, principalmente, o desenvolvimento e o fortalecimento de instrumentos e mecanismos que garantam a gestão eficiente dos serviços de saneamento;

- Fomentar o desenvolvimento de ações de educação em saúde ambiental pelo município e comunidade como ação integrada na sustentabilidade socioambiental das comunidades, para a promoção da saúde dentro do contexto

sociopolítico, cultural e econômico dessas comunidades em seu território; e

- Estruturar as ações de Monitoramento e Avaliação realizadas pelo Programa Sustentar, a partir de uma linha de base previamente diagnosticada e que permita verificar e acompanhar o desenvolvimento e os resultados do Programa.

Verifica-se, portanto, que as ações desenvolvidas visam sensibilizar a população quanto aos aspectos de saúde e saneamento e dos efeitos positivos do consumo de água tratada; fomentar a apropriação do sistema pela comunidade beneficiada; apresentar alternativas de gestão para o saneamento rural; apoiar escolha de alternativa de gestão compatível com cada realidade; capacitar representante da comunidade para realizar o controle da qualidade da água; e capacitar representante da comunidade para operar e manter os sistemas implantados (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem).

Atualmente, o Programa Sustentar conta com cinco cadernos de orientações elaborados, os quais estão disponíveis no sítio eletrônico da Funasa, sendo:

- Alternativas de Gestão para Sistemas Simplificados de Abastecimento de Água;

- Caderno Didático/Técnico para Curso de Gestão de Sistemas de Esgotamento Sanitário em áreas rurais;

- Caderno Didático/Técnico para Curso de Gestão de manejo de resíduos sólidos em áreas rurais;

- Caderno Didático/Técnico para Curso de Gestão de manejo de águas pluviais em áreas rurais; e

- Caderno orientativo para implementação, monitoramento e avaliação das ações do Programa Sustentar.

## CONCLUSÕES

O déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no meio rural representa um dos maiores desafios para o país alcançar as metas previstas no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), no Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) e na Agenda 2030, no que concerne ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n.º 6.

Conclui-se que Fundação Nacional de Saúde (Funasa) tem contribuído para o alcance dessas metas, a partir da implementação do Programa Sustentar, o qual busca promover o fortalecimento das

ações em medidas estruturantes nas intervenções desenvolvidas no meio rural, partindo do pressuposto de que tais medidas são essenciais para garantir a adequada implementação das obras de infraestrutura, da prestação dos serviços à população e a sua continuidade ao longo do tempo.

Dessa forma, espera-se divulgar e oportunizar a utilização dos cadernos didáticos, contendo orientações para gestão de sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais em áreas rurais, para os técnicos e gestores, estaduais, municipais e locais, de forma a apoiar a escolha e adoção de técnicas, práticas e tecnologias, bem como o fomento às práticas de mobilização social e educação em saúde.

## REFERÊNCIAS

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Caderno orientativo para implementação, monitoramento e avaliação das ações do Programa Sustentar. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/documents/2018/2/21862/sustentar\\_publicacao/915644d2-fb28-409c-a7ca-c3cff0e59e98](http://www.funasa.gov.br/documents/2018/2/21862/sustentar_publicacao/915644d2-fb28-409c-a7ca-c3cff0e59e98)>. Acesso em: 23 Ago. 2019.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/web/guest/programa-nacional-de-saneamento-rural-pnsr>>. Acesso em: 23 Ago. 2019.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Portaria n.º 3.069, de 21 de maio de 2018. Disponível em: <[http://www.lex.com.br/legis\\_27650341\\_PORTARIA\\_N\\_3069\\_DE\\_21\\_DE\\_MAIO\\_DE\\_2018.aspx](http://www.lex.com.br/legis_27650341_PORTARIA_N_3069_DE_21_DE_MAIO_DE_2018.aspx)>. Acesso em: 23 Ago. 2019.

### APLICAÇÃO DA UNIÃO DE PROCESSOS DE FENTON, FOTO-FENTON E FÍSICOQUÍMICO PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA PAPELEIRA

CRISTIANE ALVES DO PRADO

LUCIANO FONSECA RIOS

ROSSANO GIMENES

JOÃO VICTOR R. FREITAS

MILADY R. APOLINÁRIO DA SILVA

#### Resumo

*O efluente de indústria papeleira exige desenvolvimento de processos eficientes. O processo Fenton tem se mostrado muito eficiente no tratamento e degradação de efluente complexos e tóxicos, aumentando a biodegradabilidade das soluções ou atingindo a mineralização. Assim, neste trabalho resolveu-se avaliar o tratamento de efluente de uma indústria papeleira do Sul de Minas Gerais, utilizando processo Fenton. Como parâmetro de avaliação da eficiência do processo de tratamento escolheu-se a Demanda Química de Oxigênio (DQO), que é um parâmetro significativamente citado na legislação. Verificou-se que a aplicação do processo Fenton atingiu até 46% de remoção de DQO. No entanto, os valores de DQO da solução final não atendiam a legislação. Visando maior remoção de DQO, fez-se experimentos utilizando o processo foto-Fenton e aliando o processo físico-químico ao processo Fenton. Verificou-se que a melhor sequência de tratamento é aplicar o processo Fenton previamente ao processo físico-químico. Após a aplicação desse processo obteve-se soluções com alta remoção de DQO, apresentando soluções contendo concentrações menores que 400 mg L<sup>-1</sup> de DQO, alta remoção de turbidez e soluções claras e limpidas. Estes resultados indicam que a união de processos Fenton e Físico-químico pode ser uma alternativa para o tratamento de efluente de indústria papeleira.*

**Palavras chave:** Biodegradabilidade. Processo Físico-químico. Processos Oxidativos Avançados. DQO. Celulose.

#### Abstract

The wastewater of paper industry increasingly demands the development of efficient processes. The Fenton process has been very efficient in treating and degrading complex and toxic effluents, increasing the biodegradability of solutions or achieving mineralization. Thus, in this work it was decided to evaluate the effluent treatment of a paper industry in the South of Minas Gerais, using Fenton process. As a parameter for evaluating the efficiency of the treatment process we chose the Chemical Oxygen Demand (COD), as this is a parameter most significantly cited in the legislation. Fenton application achieved up to 46% COD removal.

However, the final solution COD values did not meet the legislation. Aiming at greater COD removal, experiments were performed using the photo-Fenton process and combining the physicochemical process with the Fenton process. It has been found that the best treatment sequence is to apply the Fenton process prior to the physicochemical process. After the application of this process high COD removal solutions were obtained, with solutions containing concentrations below 400 mg L<sup>-1</sup> of COD, high turbidity removal and clear solutions. These results indicate that the union of Fenton and Physicochemical processes may be an alternative for wastewater treatment in the paper industry.

**Keywords:** Wastewater treatment. Physicochemical Process. Advanced Oxidative Process. COD. Cellulose.

## INTRODUÇÃO

A produção de papel e celulose usa grandes quantidades de água e energia, gerando também grandes quantidades de efluentes. No entanto, com a escassez de água, seu alto preço e as leis ambientais mais rigorosas, cada vez mais as empresas têm buscado processos que usem menos água, energia e que gerem menos efluentes. Diante disso, estima-se que o mercado de tratamento de efluentes nesta área atinja 1569 bilhões em 2020 (korosec, 2013).

Este dado vem baseado no fato que existe a necessidade de desenvolvimento de novos processos de tratamento para os efluentes deste tipo de indústria. Uma das dificuldades é a característica do efluentes que varia em função do processo de produção da empresa. Isso devido à grande variedade de compostos que podem ser encontrados como lignina,

hemicelulose, pectina, extratos lipofílicos, carboidratos, ácidos carboxílicos, EDTA. Também podem ser encontrados produtos que foram usados na plantação das árvores como biocidas, e produtos provenientes da fabricação do papel como branqueadores, corantes, cargas, agentes dispersantes, surfactantes entre outros (Lacorte et al. 2003).

Muitos são os processos de tratamento que são aplicados. Atualmente, os processos mais utilizados são os biológicos e os físicoquímicos (Toczyłowska-Mamińska, 2017; Hermosilla, 2015). Os processos biológicos têm a vantagem de reduzir uma alta porcentagem de DQO (Toczyłowska-Mamińska, 2017; Schnell et al. 2000; Chandra 2001; Saunamaki, 1997), no entanto, consomem muita energia elétrica (Mininni et al., 2015) e não são eficientes para a remoção de cor e compostos

recalcitrantes. Tem sido reportado que alguns processos de tratamento da polpa geram efluente contendo 40% de compostos não biodegradáveis, (Dahlman et al. 1995; Amat et al. 2004; Hermosilla et al. 2015) o que explica a baixa eficiência dos processos biológicos.

Por outro lado, os processos fisicoquímicos, principalmente coagulação/ floculação são eficientes na remoção de cor e sólidos dissolvidos e suspensos (Renault et al 2009). No entanto, uma das desvantagens é a geração de lodo que necessita de ser disposto e que na realidade pode conter compostos tóxicos o que pode ser prejudicial ao ambiente (Toczyłowska-Mamińska, 2017).

Estima-se que mais de 60% do custo atual do tratamento deste tipo de efluente seja no manejo e disposição dos lodos que normalmente são gerados (Park et al. 2012)

Os processos oxidativos avançados têm sido utilizados com alta eficiência na remoção de matéria orgânica, compostos tóxicos e aumento da biodegradabilidade quando aplicados a efluente de indústria papelreira (Hermosilla et al. 2015; Pérez et al 2001)

Os processos oxidativos avançados são aqueles que se baseiam na remoção de

compostos tóxicos usando o radical hidroxila ( $\bullet\text{OH}$ ) como agente oxidante (Sillanpää et al. 2018; Andreozzi et al. 1999). A forma como o radical hidroxila é gerado, caracteriza o processo. Entre esses processos estão a fotocatalise heterogênea ( $\text{TiO}_2$ ), ozonização e o processo de Fenton.

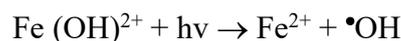
O processo de Fenton baseia-se na geração do radical hidroxila devido à reação entre íons  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Eq. 1) (Nogueira et al 2007, Pignatello, 2006, Pignatello, 1992).



$$k = 76 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

(1)

A eficiência do processo Fenton pode ser aumentada pela utilização de uma fonte de radiação UV, caracterizando o processo foto-Fenton. O efeito da luz sobre a reação de degradação é atribuído à fotoredução de  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$ , que reage com o peróxido de hidrogênio dando sequência à reação térmica do Fenton (Eq. 2) (PIGNATELLO, 1992).



(2)

A grande vantagem do processo Fenton é ter baixo custo quando comparado a outro processo, a reação

ocorre a temperatura ambiente e o radical hidroxila não é um oxidante seletivo. As desvantagens é que a reação acontece em baixo valor de pH e pode gerar lodo de hidróxido de ferro ao final do processo. Neste sentido alguns catalisadores sólidos para estas reações têm sido desenvolvidos, no processo chamado Fenton heterogêneo (de Castro et al, 2016; Mirzaei et al. 2017).

Em um estudo econômico Pérez et al (2002), mostraram que quando aplicados a efluente de branqueamento Kraft os processos de Fenton foram os mais efetivos e de menor custo quando comparados a outros processos oxidativos avançados.

Apesar de sua alta eficiência, o processo Fenton não é usado para a remoção de sólidos de efluentes. No entanto, o processo fisicoquímico apresenta alta capacidade de remoção de sólidos. Esta característica torna interessante a união dos processos, que tem sido utilizada como uma forma de aumentar a eficiência do tratamento. Tem sido proposto a união de processos oxidativos avançados e tratamentos convencionais (Bahri et al.2018; Gholami et al. 2017; Eskelinen et al. 2010; Manttari et al. 2008), assim como a união entre

processos oxidativos (Parilti e Akten, 2011)

Embora, o processo Fenton tenha sido estudado para tratamento de efluentes de indústria de papel e celulose, não há concentrações fixas de reagentes de Fenton em relação a algum parâmetro, como a DQO, faz-se necessário o estudo das quantidades de reagentes de Fenton para cada efluente a ser tratado.

Assim, neste trabalho pretende-se estudar a aplicação do processo de Fenton e sua combinação com o processo fisicoquímico e iniciar os estudos da aplicação do processo foto-Fenton a um efluente de indústria papelreira visando a diminuição do lodo gerado durante o processo, além de avaliar a eficiência na remoção de matéria orgânica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente a ser utilizado neste trabalho foi coletado em uma indústria papelreira do Sul de Minas e foi mantido sob refrigeração. O efluente foi caracterizado quanto a presença de sólidos totais (APHA, 1995), pH (APHA, 1995), demanda química de oxigênio (DQO) (APHA, 1995), cor (APHA, 1995) e turbidez (APHA, 1995). A DQO foi o parâmetro escolhido em termos de

eficiência pois este é o principal parâmetro analisado pelos órgãos ambientais. Os experimentos foram feitos em Itajubá (Minas Gerais -22° 25' 32" latitude) sem diluição. Para o processo Fenton, à esta solução adicionou-se sulfato ferroso ou cloreto férrico ( $1\text{g L}^{-1}$ ) e ajustou-se o pH para 2,5 utilizando-se ácido sulfúrico ( $1\text{mol L}^{-1}$ ). A reação se inicia quando peróxido de hidrogênio foi adicionado ( $5\text{-}26\text{ mmolL}^{-1}$ ) e o tempo de reação foi de 120 minutos em reator tipo batelada sob agitação constante. Experimentos controles usando apenas peróxido ou catalisador foram feitos. O experimento com o processo foto-Fenton foi realizado da mesma maneira que o experimento Fenton, com a adição da incidência de luz UV durante o processo. A combinação do processo Fenton com o físico-químico foi avaliada visando o aumento da eficiência de remoção de DQO. Para o tratamento físico-químico (FQ), foi adicionado à solução óxido de cálcio para ajustar o pH ao valor 10. Então, foi adicionado coagulante a base de alumínio até que o pH atingisse 8. Na sequência um polímero aniônico foi introduzido. A solução foi filtrada para separar o lodo. O processo físicoquímico foi avaliado como pré e pós tratamento ao

processo Fenton. As amostras para determinação de DQO e de  $\text{H}_2\text{O}_2$  foram coletadas em tempos determinados e todas as amostras tiveram o pH elevado até 10 para separar o ferro da solução. Subsequentemente, as soluções foram deixadas em descanso até que o  $\text{H}_2\text{O}_2$  se extinguisse. As amostras eram filtradas em membranas (Química Moderna)  $0,45\text{ }\mu\text{m}$  antes de cada determinação. Para as amostras provenientes do tratamento físico-químico foi usado o sobrenadante. A determinação de peróxido de hidrogênio foi feita utilizando-se o método do metavanadato de amônio (Nogueira et al, 2005) e a presença de aromáticos foi avaliada pela obtenção do espectro de UV-VIS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efluente apresentou valor de pH inicial de 4,80, aproximadamente  $9000\text{mg L}^{-1}$  de DQO (valor máximo). A cor era muito escura totalizando 4309 uC com turbidez inicial de 137 NTU e  $1550\text{ mg L}^{-1}$  de sólidos totais suspensos. Para os experimentos de Fenton com efluente bruto utilizando cloreto férrico e sulfato ferroso (Figura 1 A e B) verificou-se que a remoção de DQO atingiu 25% (aprox.  $6000\text{mgL}^{-1}$  na solução final). No caso do cloreto férrico esta remoção foi atingida

logo nos primeiros 30 minutos de reação, ao passo que para o sulfato ferroso foram necessários 120min. O menor tempo necessário ao cloreto férrico deve estar associado à sua característica de coagulante químico.

Uma das explicações para a baixa remoção de DQO é a presença de material particulado, verificado pela alta turbidez e sólidos totais, que podem ser de difícil degradação e estar reagindo com radical hidroxila se dissolvendo e/ou sequestrando esses radicais. Devido a isso, previamente ao tratamento de Fenton aplicou-se o tratamento Físicoquímico que removeu em média 70% da DQO inicial gerando 20% de lodo ao final do processo. Posteriormente, aplicou-se o tratamento de Fenton e verificou-se remoção de aproximadamente 20% da DQO resultando em uma solução de aproximadamente  $1185 \text{ mgL}^{-1}$  (Figura 2).

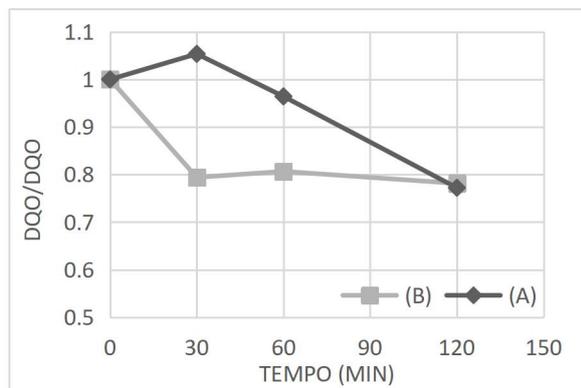
No entanto, estes valores não são satisfatórios para o tratamento desse tipo de efluente pois não foi atingido o valor estabelecido na legislação para descarte e o valor de DQO ainda é alto para que o efluente possa ser tratado por processos biológicos.

Outra hipótese para a baixa remoção de DQO, seria a alta

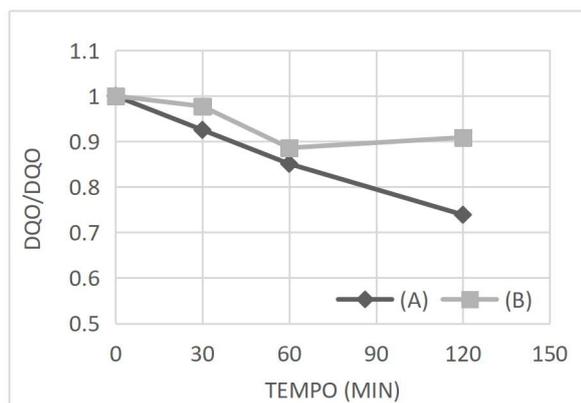
concentração de peróxido de hidrogênio que poderia estar agindo como sequestrador de radicais hidroxila, assim, resolveu-se avaliar a concentração inicial de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , pois a determinação de  $\text{H}_2\text{O}_2$  ao final do experimento indicava excesso. Assim, resolveu-se diminuir a concentração inicial de peróxido de hidrogênio utilizando  $5,14 \text{ mmol L}^{-1}$  e  $13,30 \text{ mmol L}^{-1}$ . Diminuindo-se a concentração de peróxido verificou-se que a porcentagem de remoção de DQO atingiu no máximo 46% (dados não mostrados). No entanto, durante o tempo de experimento houve a necessidade de fazer novas adições de peróxido de hidrogênio. Apesar dos 46% de remoção de DQO, esse resultado ainda não é satisfatório.

Assim, testou-se a combinação de processos aplicando primeiro o processo de Fenton seguido do processo FQ.

**Figura 1** - Remoção de DQO para o efluente bruto de papelaria aplicando Fenton:  $\text{FeSO}_4$  (A);  $\text{FeCl}_3$  (B).  $[\text{DQO}] = 7500 (\pm 500 \text{ mgL}^{-1})$ ;  $[\text{FeSO}_4] = 1 \text{ g L}^{-1}$ ;  $[\text{FeCl}_3] = 1 \text{ g L}^{-1}$ ;  $[\text{H}_2\text{O}_2] = 26 \text{ mmolL}^{-1}$ .



**Figura 2.** Remoção de DQO pós Fenton para o efluente previamente tratado com processo fisicoquímico. FeSO<sub>4</sub> (A); FeCl<sub>3</sub> (B). [DQO]= 1460 mgL<sup>-1</sup> (±500 mgL<sup>-1</sup>); [FeSO<sub>4</sub>= FeCl<sub>3</sub>]= 1 g L<sup>-1</sup>; [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>]= 26 mmolL<sup>-1</sup>



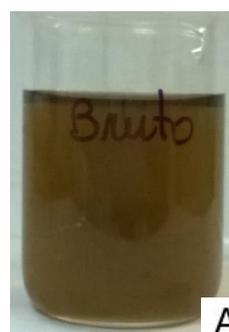
Quando o processo Fenton foi utilizado prioritariamente ao processo FQ, verificou-se uma remoção total de 82% e a solução final apresentou 332 mgL<sup>-1</sup> de DQO quando sulfato ferroso foi utilizado e 60% (670 mgL<sup>-1</sup> de DQO na solução final) quando FeCl<sub>3</sub> foi empregado. É importante salientar que esses resultados foram obtidos em uma nova campanha de amostragem e o efluente inicial tinha em média 2000 mg L<sup>-1</sup> de DQO.

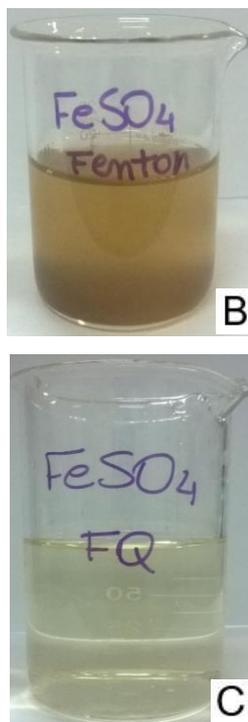
Em relação à geração de lodo, observou-se que quando o processo

Fenton é utilizado prioritariamente ao FQ há geração de 4,6% e 1,4% de lodo seco quando FeSO<sub>4</sub> e FeCl<sub>3</sub> são empregados como catalisadores de Fenton, respectivamente. Outro resultado interessante é que o efluente gerado tem um baixo índice de compostos aromáticos (dados não mostrados).

Em todas as soluções pós Fenton mesmo após o ajuste de pH para 10 não houve valores significativos de formação de lodo. Em geral, as soluções utilizando sulfato ferroso como catalisador apresentou maiores remoções de DQO. A turbidez final ao processo teve uma redução de 99% e a solução final era clara e límpida (Figura 3).

**Figura 3.** Imagens do efluente Bruto (A); Tratado por Fenton (B); Tratado por união de processo Fenton seguido de Fisicoquímico.

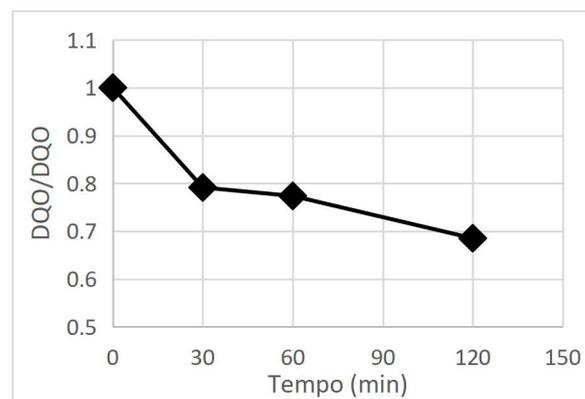




No experimento realizado com o processo foto-Fenton foi utilizada a mesma concentração de sulfato ferroso dos experimentos com Fenton, como catalisador, por ter apresentado resultados melhores que o cloreto de ferro. Para o experimento realizado com o processo foto-Fenton foi realizada nova campanha de amostragem, em que o efluente amostrado possuía DQO inicial de aproximadamente  $950 \text{ mg L}^{-1}$ . A redução de DQO obtida no processo foi de 31%, aplicando-se apenas o processo foto-Fenton, com DQO final de aproximadamente  $650 \text{ mg L}^{-1}$  (Figura 4) e redução da turbidez em 69%.

**Figura 4-** Remoção de DQO para o efluente bruto de papelreira aplicando foto-Fenton:  $\text{FeSO}_4$

$[\text{DQO}] = 943 \text{ mg L}^{-1} (\pm 500 \text{ mg L}^{-1})$ ;  $[\text{FeSO}_4] = 1 \text{ g L}^{-1}$ ;  
 $[\text{H}_2\text{O}_2] = 26 \text{ mmol L}^{-1}$ .



Experimentos para verificar a biodegradabilidade da solução estão em andamento, pois espera-se posteriormente tratar a solução por processo biológico (ETE) e/ou ser descartada em corpos d'água adequados, após ajuste de todos os parâmetros exigidos pela legislação.

Pretende-se ainda o estudo aplicando foto-Fenton heterogêneo e união de vários processos a fim de reduzir o custo do tratamento.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho avaliou-se a aplicação do processo Fenton para o tratamento de efluente de uma indústria papelreira. Verificou-se que o processo Fenton removeu até 46% de DQO do efluente bruto. No entanto, os valores de DQO da solução final ainda não foram satisfatórios. Assim, foram feitos

experimentos aliando processos fisicoquímico e Fenton. Verificou-se que a ordem da aplicação do processo afeta a eficiência do mesmo. E o melhor resultado de remoção de DQO foi obtido quando o processo Fenton foi aplicado prioritariamente ao processo FQ, observando-se alta remoção de DQO, cerca de 82% obtendo soluções com DQO abaixo de 400mg L<sup>-1</sup>, baixa formação de lodo no processo FQ, alta remoção de turbidez e clareamento da solução. A aplicação dos processos em sequência permite que o efluente atinja os valores de DQO estabelecidos na legislação. Assim, verifica-se que a união de processo Fenton e fisicoquímico se mostrou eficiente no tratamento de efluente de indústria papelreira. A utilização do processo foto-Fenton apresentou resultados melhores que os resultados iniciais da aplicação apenas do processo Fenton (com remoção de 31% e 25% de DQO, respectivamente), indicando a necessidade de futuro estudo sobre a união do processo foto-Fenton ao processo físico-químico.

### AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pela bolsa concedida à discente Cristiane Alves do Prado.

### REFERÊNCIAS

Amat AM, Arques A, López F, Segui S, Miranda MA Abatement of industrial sulfonic pollutants by ozone and UV radiation. *Environ Eng Sci* 21:485–492. (2004)

Andreozzi, R., Caprio, V., Insola, A., Marotta, R. Advanced oxidation processes (AOP) for water purification and recovery. *Catalysis Today*, 53(1), 51-59. (1999)

APHA Standard Methods, 22nd ed., Methods 5220 D-1997; 2540D, 2130B, 2120C; 4500H+B. American Public Health Association (APHA), Water Environment Federation (WEF) American Water Works Association (AWWA) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th Ed.; Baltimore, MD, USA, 2.54, 5.2–5.6. (1995)

Bahri, M., Mahdavi, A., Mirzaei, A., Mansouri, A., Haghigat, F. Integrated oxidation process and biological treatment for highly concentrated petrochemical effluents: A review. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 125, 183–196. (2018)

Chandra R. Microbial decolourisation of pulp mill effluent in presence of nitrogen and phosphorus by activated sludge processes. *J Environ Biol.*, 22(1):23–7. (2001)

Dahlman OB, Reimann AK, Strömberg LM, Mörck RE High molecular weight

effluents materials from modern ECF and TCF bleaching. *Tappi J* 78:99–109. (1995)

de Castro, H. L., Silva, F. S., Gimenes, R., Kondo, M. M., Da Silva, M. R. A. Tratamento de efluente de indústria de processamento de batata por processo foto-Fenton heterogêneo utilizando ferrita de pilhas descartadas. *Eclética Química Journal*, 41(1), 101-111. (2018)

Eskelinen, K., Särkkä, H., Kurniawan, T. A., Sillanpää, M. E. Removal of recalcitrant contaminants from bleaching effluents in pulp and paper mills using ultrasonic irradiation and Fenton-like oxidation, electrochemical treatment, and/or chemical precipitation: a comparative study. *Desalination*, 255(1-3), 179-187. (2010)

Gholami, M., Souraki, B. A., Pendashteh, A., Mozhdehi, S. P., Marzouni, M. B. Treatment of pulp and paper wastewater by lab-scale coagulation/SR-AOPs/ultrafiltration process: optimization by Taguchi. *Desalination And Water Treatment*, 95, 96-108. (2017)

Hermosilla, D., Merayo, N., Gascó, A., Blanco, Á. The application of advanced oxidation technologies to the treatment of effluents from the pulp and paper industry: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1), 168-191. (2015)

Korosec K. Wastewater market within pulp, paper industry to hit \$1.56bn, environmental & energy management news; 2013. (<http://www.environmentalleader.com>

m/2013/05/07/wastewater-market-within-pulp-paperindustry-to-hit-1-56bn/).

Mänttari, M., Kuosa, M., Kallas, J., & Nyström, M. Membrane filtration and ozone treatment of biologically treated effluents from the pulp and paper industry. *Journal of Membrane Science*, 309(1-2), 112-119. (2008)

Mininni G, Laera G, Bertanza G, Canato M, Sbrilli A. Mass and energy balances of sludge processing in reference and upgraded wastewater treatment plants. *Environ Sci Pollut Res.*, 22(10):7203–15. (2015)

Mirzaei, A., Chen, Z., Haghghat, F., Yerushalmi, L. Removal of pharmaceuticals from water by homo/heterogenous Fenton-type processes—A review. *Chemosphere*, 174, 665-688. (2017)

N.D. Park, S.S. Helle, R.W. Thring, Combined alkaline and ultrasound pretreatment of thickened pulp mill waste activated sludge for improved anaerobic digestion, *Biomass Bioenergy*, 46 750–756. (2012)

Nogueira, R. F. P., Oliveira, M. C., Paterlini, W. C.. Simple and fast spectrophotometric determination of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in photo-Fenton reactions using metavanadate. *Talanta*, 66(1), 86-91. (2005)

Nogueira, R. F. P., Trovó, A. G., Silva, M. R. A. D., Villa, R. D., Oliveira, M. C. D. Fundamentos e aplicações ambientais dos

processos Fenton e foto-Fenton. *Química nova*, 400-408. (2007)

Pérez, M., Torrades, F., Peral, J., Lizama, C., Bravo, C., Casas, S., Mansilla, H. D. Multivariate approach to photocatalytic degradation of a cellulose bleaching effluent. *Applied Catalysis B: Environmental*, 33(2), 89-96. (2001)

Pignatello, J. J. Dark and photoassisted iron (3+)-catalyzed degradation of chlorophenoxy herbicides by hydrogen peroxide. *Environmental Science & Technology*, 26(5), 944-951. (1992)

Pignatello, J. J., Oliveros, E., MacKay, A. Advanced oxidation processes for organic contaminant destruction based on the Fenton reaction and related chemistry. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 36(1), 1-84. (2006)

Renault F, Sancey B, Charles J, Morin-Crini N, Badot PM, Winterton P, Crini G. Chitosan flocculation of cardboard-mill secondary biological wastewater. *Chem Eng J*, 155:775-83. (2009)

Saunamaki R. Activated sludge plants in Finland. *Water Sci Technol*; 35(2-3):235-43. (1997)

Schnell A, Steel P, Melcer H, Hodson PV, Carey JH. Enhanced biological treatment of bleached kraft mill effluents: I. Removal of chlorinated organic compounds and toxicity. *Water Res.*, 34(2):493-500. (2000)

Sillanpää, M., Ncibi, M. C., Matilainen, A. Advanced oxidation processes for the removal of natural organic matter from drinking water sources: A comprehensive review. *Journal of Environmental Management*, 208, 56-76. (2018)

Toczyłowska-Mamińska, R. Limits and perspectives of pulp and paper industry wastewater treatment—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 764-772. (2017)