

ORGANIZADORES:  
ELISA DIAS DE MELO  
MARÍLIA CARVALHO DE MELO  
GRAZIELLA PATRÍCIO PEREIRA GARCIA

# SUSTENTABILIDADE EM RECURSOS HÍDRICOS

O QUE VOCÊ FAZ PELO SEU RIO?



*Organização*  
UninCor – Três Corações

*Organizadores*  
Elisa Dias de Melo  
Marília Carvalho de Melo  
Graziella Patrício Pereira Garcia

*Colaboradores*  
Antônio Otto Neves Filho  
Eduardo Jesus de Carvalho  
Isabella Eunice Soares Cáspar  
Keler Mara Gomes de Resende  
Luana Ferreira Mendes  
Marianne Silvestre Teixeira Almeida  
Rayssa Garcia de Sousa

## **II ENCONTRO REGIONAL SUSTENTABILIDADE EM RECURSOS HÍDRICOS**

1ª edição

 EDITORA  
Cia do eBook

2018

## SUMÁRIO

1ª edição  
2018

Copyright © 2018 por Elisa Dias de Melo,  
Marília Carvalho de Melo e Graziella Patrício Pereira Garcia.

Todos os direitos reservados.

Nenhuma parte deste livro pode ser utilizada ou reproduzida,  
em qualquer meio existente,  
sem autorização expressa do autor ou editora.

A editora não se responsabiliza por eventuais danos causados  
pelo mau uso das informações contidas neste livro.

REVISÃO, EDITORAÇÃO E PROJETO GRÁFICO  
Equipe Cia do eBook

ISBN: 978-85-5585-177-3

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Sustentabilidade em recursos hídricos: O que você faz pelo seu  
rio? / Organizado por Elisa Dias de Melo, Marília Carvalho de  
Melo e Graziella Patrício Pereira Garcia. – Timburi, SP: Editora  
Cia do eBook, 2018.

111 p.  
ISBN 978-85-5585-177-3

1. Ciências Ambientais.  
1. Título.

CDD 550

Todos os direitos desta edição reservados à  
Editora Cia do eBook Ltda.  
Timburi – SP  
www.ciadoebook.com.br

### PREFÁCIO

*Germano Luis Gomes Vieira* ..... 7

### CAPÍTULO 1

#### **O II ENCONTRO REGIONAL UNINCOR SUSTENTABILIDADE EM RECURSOS HÍDRICOS: PROPÓSITO E PRODUTO**

*Elisa Dias de Melo, Marília Carvalho de Melo, Graziella Patrício Pereira Garcia* ..... 9

OS PALESTRANTES ..... 13

#### **1.1 O programa produtor de água como oportunidade para gestão municipal**

*Paulo Henrique Pereira* ..... 17

#### **1.2 Licenciamento Ambiental e a Gestão das Águas: Experiência de Uberaba**

*Marco Túlio Machado Borges Prata* ..... 23

#### **1.3 A Integração da Gestão Municipal de Águas e os Comitês de Bacia: Uma Visão Nacional**

*Hideraldo Buch* ..... 29

#### **1.4 A Experiência do rio Verde na Gestão Integrada Bacia Hidrográfica e Município**

*Stella Souza Guida* ..... 33

#### **1.5 O papel do Ministério Público em apoio aos municípios na gestão das águas**

*Rodrigo Caldeira Grava Brazil* ..... 39

<b>1.6 Segurança Hídrica e Soluções Baseadas na Natureza</b>	
<i>Samuel Barrêto</i> .....	47

<b>1.7 Do Desastre à Reconstrução</b>	
<i>Duarte Eustáquio Gonçalves Junior</i> .....	59

## CAPÍTULO 2

### **A BACIA DO RIO VERDE E GESTÃO DAS ÁGUAS: DESAFIOS E OPORTUNIDADE PARA OS MUNICÍPIOS**

<i>Marília Carvalho de Melo, Marianne S. Teixeira Almeida, Luana Ferreira Mendes</i> .....	64
--------------------------------------------------------------------------------------------	----

## CAPÍTULO 3

### **JOVENS PESQUISADORES – COLÉGIO UNIVERSITÁRIO DE APLICAÇÃO DA UNINCOR**

PESQUISADORES POR NATUREZA .....	74
<i>Elisa Dias de Melo e Antônio Otto Neves Filho</i> .....	74

<b>Estudo de caso: como funciona o tratamento de água em uma estação de tratamento de água - ETA</b> .....	77
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Estudo sobre águas subterrâneas: uma explanação sobre valor ambiental e perspectivas para proteção efetiva do recurso</b> .....	83
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Estudo dos métodos mais comuns de reutilização da água</b> .....	91
---------------------------------------------------------------------	----

<b>Avaliação de rendimento do biogás em pequena escala</b> .....	101
------------------------------------------------------------------	-----

A gestão de recursos hídricos passa por uma crise nesse país. Desde a instituição da política nacional em 1997 através da lei 9.433, de 8 de janeiro, muito se escreveu sobre a importância de sua criação. O estabelecimento de regras e premissas gerais, como o reconhecimento da água como um bem de domínio público, recurso natural limitado, dotado de valor econômico, foi a tônica de diversos e diversos artigos, dissertações, teses, pesquisas, publicações, seminários, congressos.

Já se vão mais de duas décadas e agora o desafio é outro. Não mais a previsão normativa e principiológica. A questão em voga agora é a eficiência e eficácia da gestão dos recursos hídricos.

Como toda e qualquer gestão, esta não é diferente. Envolve pessoas, recursos, planejamento, logística e processos. Algo às vezes difícil em um modelo de governança extremamente complexo.

No quesito pessoas, deve-se buscar ações que fomentem a cultura do pertencimento. Os usuários de recursos hídricos devem assimilar que o seu planejamento particular deve se integrar a um plano coletivo, visto que a água, fonte de vida, também é um fator estratégico de desenvolvimento do país. E a sociedade civil deve apoiar o poder público em ações de conscientização pelo uso racional da água, evitando desperdício e apoiando ações de mitigação dos efeitos nefastos das mudanças climáticas e da crise hídrica que se anunciam.

O que você faz pelo seu rio? Esse questionamento realizado no II Encontro Regional Sustentabilidade em Recursos Hídricos, realizado em Três Corações, MG, nos dias 09 e 10 de novembro de 2018, vem – pelo que pensamos – muito a propósito, no sentido de evidenciar ações efetivas e concretas em busca da sustentabilidade dos recursos hídricos.

Fruto dessa indagação e do referido projeto de extensão está a presente publicação, uma proposta de diálogo do Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos com as políticas públicas regionais, especialmente com os municípios. Os autores fazem uma importante digressão sobre projetos para melhoria quali-quantitativa dos recursos hídricos, ao passo que demonstram iniciativas de órgãos públicos e suas políticas em temas como segurança hídrica, reconversão de territórios, licenciamento e aplicação de instrumentos de gestão.

Existe um mundo completamente desalinhado com a necessidade de evolução rápida que o ecossistema da tríade Empresas, Sociedade e Governo exige. No campo da gestão dos recursos hídricos não é diferente. A presente publicação caminha para apresentar algumas reflexões nessa toada. Boa leitura!

**GERMANO LUIS GOMES VIEIRA**

*Advogado*

*Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*

## O II ENCONTRO REGIONAL UNINCOR SUSTENTABILIDADE EM RECURSOS HÍDRICOS: PROPÓSITO E PRODUTO

Elisa Dias de Melo

Marília Carvalho de Melo

Graziella Patrício Pereira Garcia

A Universidade Vale do Rio Verde - UninCor iniciou suas atividades em 1965 e tem sua sede no município de Três Corações, no sul do Estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil. Atualmente a Universidade conta com 18 cursos de graduação em 5 campi no Estado de Minas Gerais, além de 13 cursos de graduação a distância. A Fundação Comunitária Tricordiana de Educação – FCTE, mantenedora da Universidade, possui como missão a promoção e disseminação do conhecimento com responsabilidade em suas áreas de atuação, formando profissionais de alta qualidade, aptos para o mercado de trabalho e comprometidos com a vida, ética, sociedade e o meio ambiente.

Ao final do ano de 2016 a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, aprovou o Programa de Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos da UninCor-Três Corações, ampliando as possibilidades para a qualificação de egressos de diversos cursos de graduação, professores, profissionais liberais, dentre outros. Considerando que o recurso hídrico é um fator estratégico para o desenvolvimento socioeconômico, a UninCor oferece um mestrado modelado para suprir as demandas do mercado, preparando profissionais que possam desempenhar nas mais diversas vertentes da gestão de recursos hídricos, seja no setor público, na indústria ou agronegócio, tornando-os aptos a planejar, implementar e avaliar programas e ações voltados à gestão hídrica e ambiental. O mestrado conta ainda com parcerias institucionais estratégicas que garantem ao aluno a integração do conhecimento acadêmico e científico

com a aplicação na prática da gestão das águas. Dentro das atividades deste programa de pós-graduação, é desenvolvido semestralmente o Encontro Regional UninCor Sustentabilidade em Recursos Hídricos, organizado pela coordenação do mestrado, juntamente com os professores e mestrandos. A segunda edição foi realizada em novembro de 2018, com a chamada “O que você faz pelo seu rio?”. O programa do II Encontro se integra ao projeto “As oportunidades da gestão ambiental e de recursos hídricos em municípios do Sul de Minas”, cujo principal objetivo é apoiar os municípios e autoridades locais para aprimoramento da gestão ambiental e de água com pilares no conhecimento técnico e científico. Sendo assim, reforça-se o comprometimento do programa com a sua inserção social na bacia do rio Verde, permitindo a integração academia/sociedade.

O II Encontro Regional Unincor Sustentabilidade em Recursos Hídricos promoveu o debate acerca da sustentabilidade do meio ambiente e dos recursos hídricos, alinhado às duas linhas de pesquisa do programa de mestrado, MONITORAMENTO E MANEJO DOS RECURSOS HÍDRICOS e CONSERVAÇÃO AMBIENTAL. O evento contou com a participação de representantes de secretarias municipais de meio ambiente, de comitês de bacias hidrográficas e do Ministério Público, que apresentaram Seminários ao longo do primeiro dia do evento, com fechamento das sessões com uma Mesa Redonda, com intensa participação do público presente. No período da noite, foram proferidas duas palestras magnas, do Gerente Nacional de Água da TNC e do Prefeito de Mariana/MG. Encerrando as atividades do evento, no dia 10 de novembro foi ofertado Minicurso sobre Hidrogeologia, brilhantemente ministrado pelo mestrando do Programa de Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos da UninCor, Flávio Nunes Soares.

Com o objetivo de materializar e divulgar todo o conhecimento e experiência compartilhada durante o evento, foi proposto, como produto do II Encontro, a edição deste E-Book. O mesmo conta com três capítulos: no primeiro estão contempladas as palestras dos convidados; no segundo capítulo, é apresentado um diagnóstico da bacia do rio Verde; e, no terceiro capítulo, são apresentados trabalhos de jovens pesquisadores, alunos do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor, que desenvolveram, ao longo do ano de 2018, projetos relacionados à temática ambiental. Os trabalhos foram realizados dentro das linhas de pesquisa do Programa de Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos e com a orientação de professores e alunos do programa.

*“Eu também quero a volta à natureza. Mas essa volta não significa ir para trás, e sim para a frente.”*  
Friedrich Nietzsche



II ENCONTRO REGIONAL  
**SUSTENTABILIDADE EM RECURSOS HÍDRICOS** **PROGRAMAÇÃO**

**O QUE VOCÊ FAZ PELO SEU RIO?**

**09 NOV SALÃO NOBRE**

**13h RECEPÇÃO E CREDENCIAMENTO DOS PARTICIPANTES**

**14h SEMINÁRIOS:**

- “O Programa Produtor de Água como Oportunidade para a Gestão Municipal”  
com Paulo Henrique Pereira (Secretário Municipal de Meio Ambiente)
- “Licenciamento Ambiental Municipal e a Gestão das Águas: Experiência de Uberaba”  
com Marco Túlio Prata (Secretário Municipal Adjunto de Meio Ambiente)
- “A Integração da Gestão Municipal de Águas e os Comitês de Bacia: Uma Visão Nacional”  
com Hideraldo Buch (Coordenador Geral do Fórum Nacional de CBHs)
- “A Experiência do Rio Verde na Gestão Integrada Bacia Hidrográfica e Município”  
com Stella Guida (Presidente do comitê de bacia do Rio Verde)
- “O Papel do Ministério Público em Apoio aos Municípios na Gestão das Águas”  
com Rodrigo Brazil (Coordenador das bacias do Rio Grande)

**Mesa redonda** coordenada por Rodrigo Brazil

**18h30 RECEPÇÃO E CREDENCIAMENTO DOS PARTICIPANTES**

**19h PALESTRA:**

- “Segurança Hídrica e Soluções Baseadas na Natureza”  
com Samuel Barrêto (Gerente Nacional de Água da TNC)
- “Do Desastre à Reconstrução: A Experiência de Mariana”  
com Duarte Eustáquio Gonçalves Júnior (Prefeito de Mariana)

**10 NOV SALA 211**

**08h Minicurso: Hidrogeologia**  
com Flávio Soares Nunes

**UNINCOR TRÊS CORAÇÕES**

MESTRADO PROFISSIONAL SUSTENTABILIDADE EM RECURSOS HÍDRICOS

**UninCor**  
Universidade Vale do Rio Verde

### Duarte Eustáquio Gonçalves Júnior



Formado em Direito, pela Faculdade de Direito de Conselheiro Lafaiete (2011), Especialização em Teologia, pela Faculdade Arquidiocesana de Mariana (2011/2013) e Especialização em Direito Administrativo, pela Fundação Getúlio Vargas (2012).

Prefeito Municipal de Mariana - 2015/2016 e Vice prefeito - 2013/2014. Vereador -2001/2004. Autor do Projeto de Lei que inclui nas escolas o ensino do Hino da Cidade; Autor do Projeto de Lei que institui a gratuidade no Transporte Público para pessoas com idade acima de 60 anos; Comenda Mérito Legislativo; Troféu “Paulo Munheca” - Vereador mais atuante no esporte da cidade; Destaque Político pelo apoio ao Esporte; Mérito Cultural de Instituições Portuguesas.

### Samuel Barrêto



Gerente Nacional de Água / The Nature Conservancy –TNC. Com 25 anos de atuação na área socioambiental, é Gerente de Água da TNC. Inicialmente coordenou o Movimento Água para São Paulo - MAPSP da The Nature Conservancy - TNC. Tem Mestrado em Sustentabilidade pela Fundação Instituto Administração (FIA), vinculada à Faculdade de Economia e Administração (FEA) da Universidade de São Paulo (USP). É biólogo pela Unesp – Botucatu com especialização em Limnologia (estudo de água doce) realizando diversos cursos e intercâmbios técnicos no Brasil e no exterior, entre eles o de pegada hídrica e waterstewardship. Integra a Aliança Latinoamericana de Fundos de Água e a Seção Brasil do Fórum Mundial de Água e membro do Observatório de Governança das Águas - OGA. Ex-colaborador e apresentador do programa semanal de meio ambiente Terra, Mar e Ar da Rádio Eldorado (atual Planeta Eldorado). Foi membro titular de diversos grupos como o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH/SP), a Câmara Temática de Recursos Hídricos (coordenada pela Agência Nacional de Águas - ANA), o Grupo de Trabalho de Águas e Florestas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), participou ativamente das discussões para a elaboração do primeiro Plano Nacional de Recursos Hídricos. Integrou o Comitê de Trabalho do Projeto de Legado das Águas conduzido pela Agência Nacional de Águas e os Grupos Temáticos de Ecossistemas e Fórum Cidadão do Fórum Mundial de Água.

### Paulo Henrique Pereira



Biólogo / Especialista em Gestão Ambiental. Secretário de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Extrema há 25 anos. Idealizador e Gestor do Projeto Conservador das Águas de Extrema Estado de Minas Gerais. Coordenador do Plano Conservador da Mantiqueira.

### Marco Túlio Machado Borges Prata



Advogado, sócio do escritório Prata e Vieira da Silva Advogados Associados. Atualmente ocupa o cargo de Secretário Municipal Adjunto de Meio Ambiente de Uberaba. Conselheiro do COPAM TMAP–Conselho Estadual de Política Ambiental Regional Triângulo Mineiro a Alto Paranaíba, representando a FAEMG. Fundador e Conselheiro do Comitê Federal da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, Conselheiro do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari–CBH/PN2, do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba–CHB/PN3 e do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande–CBH/GD8 (hoje ocupando a Presidência). Membro do Fórum Mineiro de Comitês de Bacias Hidrográficas e do Colegiado Coordenador do Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas, ocupando a Assessoria Jurídica deste último. Foi conselheiro do COMAM–Conselho Municipal de Meio Ambiente de Uberaba (hoje ocupando a Vice-Presidência) e Fundador e Conselheiro do Conselho Gestor da APA do Rio Uberaba. Foi ainda Conselheiro da COPA–Comissão Paritária do IEF (Núcleo Operacional de Uberaba). Coautor da obra “Código Florestal Mineiro Comentado”, é palestrante e conferencista em diversas áreas do Direito, com especial foco em Meio Ambiente e regularização ambiental.

### Hideraldo Buch



Funcionário Público Federal – Ministério da Saúde. Coordenador Geral do Fórum Nacional de CBHs do Brasil. Biólogo pela Universidade de Uberaba/MG; Pós-graduação em Gestão de Recursos Hídricos. Um dos criadores do Fórum Mineiro de CBHs. Foi Coordenador do Fórum Mineiro de CBHs por 2 mandatos e meio 2012 a 2016. Foi Presidente do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Grande-GD-8 por dois mandatos. Atual vice-presidente do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Grande-GD-8. Atual conselheiro dos Comitês de Bacia Hidrográfica do Rio Araguari e Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Paranaíba – PNIII. Foi colaborador na criação do Comitê Federal do Rio Grande. Foi vice-presidente do Comitê Federal do Rio Grande – mandato 2012 a 2015. Foi colaborador na criação do Comitê Federal do Rio Paranaíba.

### Stella Souza Guida



Formada em Ciências Biológicas pela Universidade de Taubaté - UNITAU. Trabalhou na Prefeitura Municipal de Itanhandu de 2006 a 2010, na Secretaria de Meio Ambiente e de Assistência Social. Em 2010, ajudou a fundar o Instituto SuperAÇÃO, onde trabalha exercendo a Coordenadoria Técnica do Programa Produtor de Águas - PSA de Itanhandu e participa ativamente de diversos colegiados, entre eles: Conselho Municipal de Meio Ambiente - CODEMA de Itanhandu e Itamonte, Conselho Consultivo da Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira CONAPAM, Mosaico Mantiqueira, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Grande (Federal) e Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Verde (Estadual). Atualmente, exerce o segundo mandato como Presidente do CBH Verde.

### Rodrigo Caldeira Grava Brazil



Promotor de Justiça. Coordenador das Promotorias de Justiça de Defesa do Meio Ambiente da Bacia do Rio Grande. Especialista em Direito Processual Civil pela PUC/SP e pós-graduando em Direito Ambiental e Sustentabilidade pela Escola Institucional do Ministério Público do Estado de Minas Gerais.



*Palestrante:*

**Paulo Henrique Pereira**

*Tema:*

***O programa produtor de  
água como oportunidade  
para gestão municipal***

*Transcrição da palestra: Marianne Silvestre Teixeira Almeida*

## O programa produtor de água como oportunidade para gestão municipal

Paulo Henrique Pereira <sup>1</sup>

O Senhor Paulo Henrique Pereira, Secretário Municipal do Meio Ambiente da cidade de Extrema, iniciou sua palestra ressaltando como os projetos “Conservador das Águas” e “Conservador da Mantiqueira” foram importantes para desenvolver Extrema economicamente, socialmente e ambientalmente.

O palestrante relatou que, como secretário do Meio Ambiente da cidade, ao ser convidado a coordenar um projeto de conservação de nascentes junto a outras sete cidades do sul de Minas, sentiu falta de diagnósticos ambientais do município de Extrema e entendia como desafio convencer os agricultores da cidade a participarem de projetos ambientais. Tendo isso como fator de impulso, a ideia foi utilizar o dinheiro para convencer os agricultores a participarem de programas ambientais, ou seja, pagar aos agricultores por serviços ambientais. Dessa forma, foi criada uma lei que permitia o município ter orçamento para dar apoio financeiro para que os agricultores adequassem suas propriedades ambientalmente, ou no caso de Extrema, que a prefeitura executasse as ações de adequação ambiental pensando nos âmbitos de Floresta, Agricultura, Conservação do solo e Saneamento ambiental de propriedade. Essa foi a primeira experiência brasileira de serviços ambientais para agricultores.

Mesmo com o pagamento, o palestrante ressaltou a dificuldade de convencer os agricultores a participarem do projeto, uma vez que os mesmos não se

sentiam motivados para se adequarem ambientalmente. A crise hídrica na época ainda não era um problema. O projeto se iniciou em 27 de fevereiro de 2007 em uma propriedade de 24 ha, utilizando pouca tecnologia, um fusca e uma mula, e somente 2 funcionários. Destinou-se no primeiro ano vinte e cinco mil reais do orçamento municipal para o projeto e algumas parcerias que financiaram o projeto.



Os recursos iniciais do projeto “Conservador das águas”: um fusca e uma mula.

Paulo destacou que atualmente o projeto abrange 7.300 ha, mais de 200 contratos realizados, 40 funcionários e um orçamento de cerca de 5 milhões de reais. O secretário de Extrema frisou que é possível realizar um projeto com poucos recursos e fazer com que ele se desenvolva. Ele destacou que é de extrema importância ter credibilidade dentro da política pública, o que para o projeto específico possibilitou maior visibilidade, resultando em diversas parcerias, de diferentes âmbitos, que agregam valor ao projeto.

<sup>1</sup> Secretário Municipal de Meio Ambiente, Extrema – MG

FONTE	VALOR	PERCENTUAL DO ARRECADADO
ICMS	2.500.000,00	2,5%
ISS	800.000,00	15%
IPVA	800.000,00	25%
IPTU	700.000,00	30%
	5.000.000,00	2,5%

Em sequência, Paulo mostrou algumas imagens das áreas que foram trabalhadas pelo projeto, contou que possuem a meta de plantar 1.000 árvores por dia, e ainda pontuou que ao longo do tempo que o trabalho foi prosperando, foi-se agregando novos conhecimentos, capacitação técnica, pesquisas científicas com Universidades, etc.



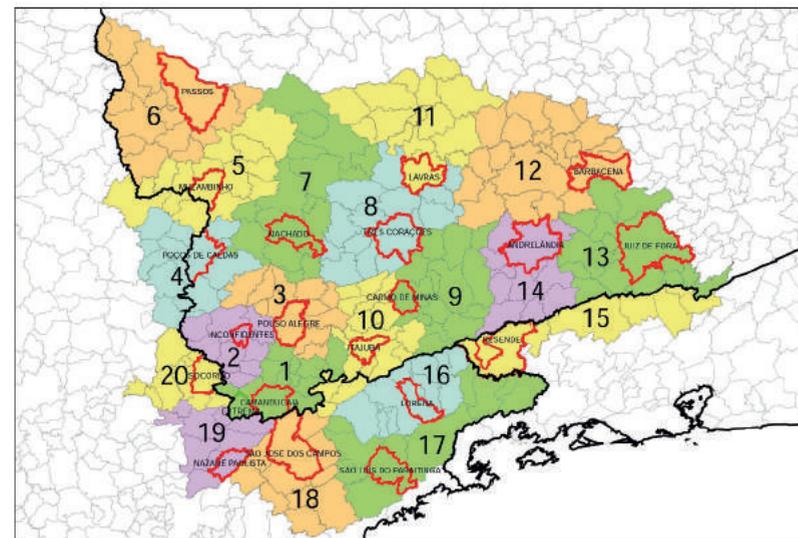
Antes e depois de área contemplada pelo projeto.

Inicialmente o projeto era muito dependente de financiamentos externos - cerca de 90%. Entendeu-se então a necessidade de criar mecanismos de forma que o município de Extrema fosse autossuficiente nesse quesito. Dessa forma, a cidade, desde 2012, vinculou receitas do município para neutralizar as emissões de gás do efeito estufa da cidade. Então o município começou a vender créditos de carbono para indústrias, transferindo o arrecadado para o próprio município, hoje o financiamento é praticamente 100% Municipal.

A partir de todo o trabalho desenvolvido, outros municípios passaram a procurar a cidade para adotar o modelo, contudo, percebeu-se que eles não avançavam muito, sendo assim, a partir de um caso de sucesso em Igarapé, a

cidade de Extrema passou a apoiar municípios vizinhos fazendo acompanhamentos mais especializados legislativos, o que motivou a criação de um projeto maior chamado “Conservador da Mantiqueira” que abrange uma área que atinge 284 municípios, sendo 205 do Sul de Minas, 71 paulista e 8 cariocas. O mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos é parceiro do programa Conservador da Mantiqueira.

O projeto Conservador da Mantiqueira possui núcleos que visam atrair municípios pra fazerem projetos pilotos nas cidades. O palestrante listou diferentes competências dos municípios onde o projeto está sendo realizado e se encontram em diferentes fases, destacou a capacitação oferecida pela cidade de Extrema aos municípios. Concluiu destacando que a principal meta é atingir todos os municípios, eles criarem políticas públicas e também fontes de financiamento para programas como este.



Núcleos do projeto Conservador da Mantiqueira.

Complementou destacando que este é um projeto que pode atingir diferentes áreas e ser expandido por todo o Brasil por apresentar uma metodologia similar mesmo em diferentes contextos. Para finalizar, o palestrante evidenciou a importância do município na efetivação de ações sociais e ambientais, com formação de lideranças e profissionais locais que desenvolvam ações concretas locais.



*Palestrante:*

**Marco Túlio Machado Borges Prata**

*Tema:*

***Licenciamento Ambiental  
e a Gestão das Águas:  
Experiência de Uberaba***

*Transcrição da palestra: Luana Ferreira Mendes*

## Licenciamento Ambiental e a Gestão das Águas: Experiência de Uberaba

Marco Túlio Machado Borges Prata <sup>2</sup>

O Dr. Marco Túlio iniciou a palestra apresentando brevemente os fundamentos da municipalização, enfatizando a importância das ações serem de responsabilidade do município. Foram apresentados trechos da Lei Complementar 140/2011, destacando as competências dos municípios de promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos que causem ou possam causar impacto ambiental em âmbito local. Ressaltou que os municípios menores talvez tenham dificuldade de ter uma equipe técnica que possa realizar o licenciamento ambiental, sendo oportuno neste caso a realização de consórcios, conforme a Deliberação Normativa COPAM nº 213/2017. Explicou ainda que os consórcios detêm de equipe técnica e jurídica cujo papel é apoiar os municípios nas análises e relatórios, sendo de decisão do município, junto aos seus conselhos, licenciar um empreendimento ou não.

Em seguida, sucedeu a sua fala quanto a experiência de Uberaba no licenciamento ambiental, apontando as vantagens do protagonismo municipal, acentuando a agilidade no processo de licenciamento, a gestão ambiental municipal, a facilidade para o empreendedor e investidor, a competência fiscalizatória e normativa, a compensação ambiental e recebimento de taxas de licenciamento e multas ambientais.

“Para se ter uma plena gestão ambiental do município, é importante que de forma consorciada ou não, se faça o licenciamento ambiental naquele âmbito”.

Destacou ainda que, os conselhos municipais (COMAM, CODEMA) com suas deliberações normativas devem regulamentar dentro da esfera jurídica, sem extrapolar suas competências, aquelas questões que são de interesse do município. Tem-se para o município, dentre as vantagens enumeradas, o recebimento das taxas do licenciamento ambiental que podem ser reinvestidas na própria secretaria do meio ambiente em suas ações de gestão ambiental. O Dr. Marco Túlio frisou que na experiência de Uberaba, o dinheiro arrecadado com as taxas vai direto para o fundo municipal do meio ambiente, sendo assim, facilmente revertido para as atividades de interesse da conservação ambiental.

Dentre as peculiaridades do município de Uberaba, Dr. Marco Túlio evidenciou a questão da paleontologia que é intensa no local, com surgimento de fósseis em vários pontos, regulamentada por meio de um portaria conjunta SEMAM/SESURB/SEPLAN/SEOB, especificando de forma mais rigorosa que o Estado as ações e fiscalização ambientais, haja vista que na legislação do Estado não há foco em paleontologia.

Para ele, um grande feito para o município e que agilizou os procedimentos para empreendedores e investidores é o portal de Licenciamento Ambiental Online – LAO, para atividades não passíveis de licenciamento, ou seja, um ato declaratório do empreendedor/investidor.

O Dr. Marco Túlio salienta que licenciamento ambiental deve ser tratado com seriedade para o município que assume esta responsabilidade. Um procedimento bem estruturado garante a lisura, transparência e confiabilidade do sistema de licenciamento ambiental.

Para concluir, ele elencou a seguinte pergunta: E a outorga é competência do município? Responde e esclarece posteriormente que não. Cabe a autorização de outorga somente ao Estado, sendo este ponto um grande problema em alguns casos, pois trava o licenciamento ambiental.

Em seguida interroga novamente: Então a gestão hídrica não é do município por não ter competência de realizar outorga? Responde e esclarece posteriormente que o município realiza a gestão de algo muito mais importante que é a bacia hidrográfica.

“O uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas é de gestão do município quando se tem o licenciamento ambiental, ou seja, o município determina quando, como e de que forma os empreendimentos vão se desenvolver, considerando as restrições cabíveis dentro do próprio licenciamento ambiental.”

Por fim, o Dr. Marco Túlio apresenta as ações que foram executadas no município de Uberaba com recursos do fundo municipal ambiental, ou seja, da arrecadação das taxas de licenciamento ambiental.

<sup>2</sup> Secretário Municipal Adjunto de Meio Ambiente.



Execução de projeto paisagístico – Av. Mário Palmério, Uberaba, MG.



Projeto Microbacias – Microbacia do Mutum, Uberaba, MG.



Revitalização da Mata do Ipê, Uberaba, MG.



Pedreira de Léa – Antigo depósito de RCC (Lixão), Uberaba, MG.



*Palestrante:*

**Hideraldo Buch**

*Tema:*

***A Integração da Gestão  
Municipal de Águas e os  
Comitês de Bacia:  
Uma Visão Nacional***

*Transcrição da palestra: Eduardo Jesus de Carvalho*

## A Integração da Gestão Municipal de Águas e os Comitês de Bacia: Uma Visão Nacional

Hideraldo Buch <sup>3</sup>

O senhor Hideraldo Buch iniciou sua apresentação relatando as razões da criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas – CBHs. Foi enfatizado que, ao contrário do que se acreditava até recentemente, a água não é um bem infinito que vai estar sempre à disposição na natureza. A água está sendo poluída, tornando-se imprópria para o consumo humano e dessedentação de animais. Os esgotos domésticos, industriais e agrícolas são jogados nas águas, na maioria dos casos sem nenhum tipo de tratamento. Então, apresentou-se a necessidade de agir no sentido de proteger, conservar e recuperar os recursos hídricos, garantindo a oferta de água de qualidade e em quantidade suficiente para a manutenção da vida.

O palestrante fundamentou sua fala mencionando a Constituição Federal de 1988, na qual foi definido que as águas superficiais e subterrâneas passaram a pertencer aos Estados e à União. E a Lei 9433 de 08/01/1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), criando assim o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Em seguida foi posto em pauta o questionamento “O que é um comitê de bacia hidrográfica?” O Sr. Buch esclareceu que os CBHs são conhecidos como Parlamento das Águas. São formados por representantes de diversos setores sociais como poder público, usuários da água e sociedade civil organizada. Os Comitês são instituídos por Lei. Em cada lugar, a criação de um Comitê tem uma história diferente, já que diferentes são as pessoas, a cultura, os costumes e as próprias águas.

Eles são responsáveis pelo gerenciamento de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica, naquilo que lhe atribui. Debatem e decidem as questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos numa determinada Bacia, buscando discussões e negociações democráticas. Os CBHs têm a atribuição Legal de gerenciar os recursos hídricos daquela Bacia. São órgãos de Estado e não do Estado. O reconhecimento de que a água é um bem finito, oferece um vigoroso alerta para a

necessidade urgente de uma utilização planejada e racional deste bem natural. A gestão de recursos hídricos é DESCENTRALIZADA porque é realizada nas Bacias Hidrográficas por meio dos Comitês de Bacias, que estão espalhadas por todo espaço geográfico, permitindo as tomadas de decisões localmente. Isto é, o Comitê discute os problemas e decide no âmbito da Bacia.

Foi ressaltado ainda que os municípios brasileiros possuem um papel importantíssimo na gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica. Eles são responsáveis pela concessão de serviços de saneamento. Por esses motivos, os municípios possuem papel fundamental durante o processo de gestão de recursos hídricos. De acordo com Buch, a gestão municipal dos recursos hídricos com os CBH só será efetiva se houver entendimento com sociedade civil.

- Os CBH têm por finalidade promover o gerenciamento de recursos hídricos nas suas respectivas Bacias e a Integração da Gestão Municipal de Água com os CBHs requer desafios, quais sejam: Garantir mecanismo, minorar efeitos das desigualdades sociais nos CBHs e conselhos;
- Garantir a gestão da água como recurso natural - bem de domínio público e não como mercadoria;
- Garantir a flexibilização do modelo de gestão buscando a realidade regional;
- A gestão participativa e transparência deve permear todas as etapas da implementação dos instrumentos de gestão.

A palestra foi então finalizada destacando justamente que a gestão é PARTICIPATIVA porque conta com representações do Poder Público, a Sociedade Civil Organizada e os Usuários de Águas, e as competências dos comitês:

1. Promover o debate sobre as questões hídricas;
2. Arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados com o uso da água;
3. Aprovar e acompanhar a execução do plano de recursos hídricos da Bacia.



Fonte: <http://cbhmae.eco.br/site/index.php/tag/forum-nacional-de-comites-de-bacias-hidrograficas/>. Acesso em 13-12-2018

<sup>3</sup> Coordenador Geral do Fórum Nacional de CBHs



*Palestrante:*

**Stella Souza Guida**

*Tema:*

***A Experiência do rio Verde  
na Gestão Integrada Bacia  
Hidrográfica e Município***

*Transcrição da palestra: Antônio Otto Neves Filho*

## A Experiência do rio Verde na Gestão Integrada Bacia Hidrográfica e Município

Stella Souza Guida <sup>4</sup>

Stella, inicia narrando a origem do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Verde: CBH-Verde, no ano de 1998, por meio do Decreto Estadual n. 39.910 de 22 de setembro daquele ano, pelo saudoso Mário Sérgio Regina. A cerca do funcionamento do método operatório da CBH Verde, pois como Stella reforça, as bacias hidrográficas são indiferentes ao mapa político; possuindo assim sua própria divisão de estados e municípios por elas acolhidos; cabendo ao Brasil doze grandes bacias hidrográficas.

No estado de Minas Gerais, tem-se um montante de 36 unidade de comitês de bacias hidrográficas, responsáveis pelo planejamento e gestão de recursos hídricos. A presidente da CBH-Verde destaca a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, localizada na divisa entre os estados de Minas Gerais e São Paulo, sendo assim gerida por comitês dos dois estados, onde oito comitês são mineiros e os demais seis de competência paulista.

Quanto aos comitês mineiros, o GD4, que abrange o município de Três Corações, possui um Plano Diretor elaborado em 2010 e sobre esta unidade de divisão, Stella destaca que sua área de drenagem com 6.891,4 km<sup>2</sup>, com nascente no Vale do Ruah, na Serra da Mantiqueira, entre os municípios de Itanhandu e Passa Quatro. A Bacia do Rio Verde abriga 31 municípios com 460.192,0 habitantes, sendo que o rio percorre de sua nascente a foz (em Furnas) quase 220 km.

A presidente da CBH-Verde Stella Souza Guida enfatiza o aspecto das bacias hidrográficas serem indiferentes em suas divisões quanto ao mapa político,

<sup>4</sup> Presidente do CBH Verde e Coordenadora de projetos do Instituto Superação.

assim alguns municípios têm em sua extensão territorial duas bacias, e por tal fato, e assim podem possuir também duas unidades de gestão, como exemplo, cita-se o caso da cidade de Pedralva/MG que está tanto no comitê do Rio Verde quanto do Rio Sapucaí.

Quanto as competências do comitê de bacias, Stella explica que a entidade é um órgão de Estado, sendo ele colegiado, deliberativo, normativo e consultivo. Por não ser executivo, o comitê não realiza as ações previstas no plano diretor ainda que fomente e articule, encontrando meios para que sejam realizadas as ações. Sobre a composição do comitê da bacia do Verde, que atualmente está no município de Itanhandu/MG, onde originalmente foi criado, e conta atualmente com 96 conselheiros.

Sobre as finalidades do CBH – Verde, Stella conta que a gestão territorial que é intrínseca as questões municipais, pois é nessa esfera governamental que encontram-se de fato as ações quanto a gestão dos recursos hídricos. Como o comitê não tem poder quanto a execução, cabe a ele junto a prefeitura demonstrar como viabilizar uma ação naquela cidade, isto pois, todo o poder de ações no local (município) é oriundo da própria prefeitura; tal situação denota a importância de uma forte integração dos órgãos em geral com o poder local, que componham a bacia pela qual é responsável.

No meio de sua palestra, Stella ressalta a importância do diálogo com as prefeituras a cada novo mandato, para que seja apresentado o plano diretor; sendo que em algumas transições de mandato, o mesmo acaba sendo perdido, e sendo reconstruído por eles então. Tal plano, faz-se necessário pela descrição das responsabilidades das partes e dos programas e projetos para o desenvolvimento local e da gestão dos recursos hídricos.

Segundo Stella, que assumiu a gestão em 2017, ainda que não haja a efetividade da cobrança de modo a arrecadação de recursos financeiros, ocorrem as tentativas de viabilizar as ações contidas no plano diretor através de parcerias, como universidades e ONG's.

A algum tempo, os comitês de bacias sofreram, tal como no Estado de Minas Gerais, todo o sistema de meio ambiente vem sendo sucateado e o déficit de técnicos para analisar outorga ou para realização de licenciamento nas secretarias estaduais. Os comitês também enfrentaram a desmobilização, de modo que os participantes das reuniões eram feitas com mínima participação, conforme Stella, que também expõem que esse cenário, a partir de 2016, mudou por meio de campanhas de mobilização perante as prefeituras e cidadãos, para que haja maior participação nas reuniões para tomada de decisões; o CBH-Verde também utiliza de um questionário on-line junto as prefeituras para se manter a par das situações enfrentadas pela bacia.

Dentre as ações desenvolvidas, Stella destaca a participação do CBH-Verde no desenvolvimento e implantação do Programa Produtor de Águas do município

de Itanhandu/MG, que foi cancelado pela ANA (Agência Nacional das Águas) em 2014, e que se encontra em execução no município.

Finalizando, Stella afirma que é fundamental o diálogo entre o comitê e os municípios e entre o próprio e as secretárias competentes do Estado para tentativas de aprovações diversas, pois fica impossível a gestão. Deve-se então sentar-se e estudar a alternativas para assegurar em quantidade e qualidade os recursos hídricos da bacia como um todo.



Divisão do Brasil conforme as 12 grandes bacias hidrográficas.



Bacia do Rio Grande e suas unidades de gestão, em destaque GD4.



Onde está o poder de execução.

### Ações do CBH Verde: Itanhandu

- \* Parceria na cessão da sede para o CBH Verde
- \* Participação do CBH Verde em todos os eventos ambientais do Município
- \* Participação do CBH Verde no desenvolvimento e implantação do Programa Produtor de Águas
- \* Participação do CBH Verde nas tomadas de decisões que envolvem os recursos hídricos do município

Destaque das ações do CBH-Verde.



*Palestrante:*

**Rodrigo Caldeira Grava Brazil**

*Tema:*

***O papel do Ministério Público em apoio aos municípios na gestão das águas***

*Transcrição da palestra: Keler Mara Gomes de Resende*

## O papel do Ministério Público em apoio aos municípios na gestão das águas

Rodrigo Caldeira Grava Brazil <sup>5</sup>

O palestrante, Rodrigo Caldeira Grava Brazil, promotor de justiça e coordenador das promotorias de justiça de defesa do meio ambiente da Bacia do Rio Grande, iniciou a palestra agradecendo a Universidade por abrir espaço para o debate e a reflexão sobre questões ambientais, enfatizando a importância de se conversar, trocar ideias e conhecer experiências que tenham êxito e assim poder difundir-las nas diferentes áreas de atuação, pois não se resolve problemas apenas com medidas de comando e controle.

Foi então realizada contextualização sobre a mudança que o Ministério Público vem sofrendo, de forma gradual, que tem seu fundamento principal na constituição de 1988. O Ministério Público tinha um papel eminentemente de órgão acusador do processo criminal e, desde então, ganhou alguns atributos significativos que ampliaram seu espectro de atuação. E neste contexto, tanto o artigo 127 quanto o 129 da constituição trazem algumas importantes atribuições como defesa da ordem jurídica, do regime democrático e dos interesses sociais. Então, o Ministério Público se posta hoje, não apenas como uma figura protagonista do processo penal, mas como um agente efetivo de transformação da realidade da sociedade, um transformador social, uma instituição não relativamente nova com essas atribuições, singular na América Latina, mas que com seus acertos e erros, tem caminhado para alcançar esse objetivo. Dentre aquelas áreas de atuação específica, o próprio artigo 129 trouxe a defesa do meio ambiente e também de outros interesses.

<sup>5</sup> Promotor de Justiça Coordenador das Promotorias de Justiça de Defesa do Meio Ambiente da Bacia do Rio Grande

A Revolução Ambiental na metade do século XX emprestou um enfoque diferenciado nas questões desta natureza. E a Constituição Federal do Brasil de 1988, depois da Convenção de Estocolmo e pré-convenção do Rio de Janeiro, da ONU, já trouxe um meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito fundamental e como o primeiro direito intergeracional expressamente previsto no ordenamento jurídico. Isto significa que a tutela do meio ambiente adequado não é uma obrigação de uma única pessoa, é obrigação da coletividade, do poder público, do particular. E, nesse contexto, por se tratar de um direito fundamental, com previsão constitucional e também com tutela específica da Constituição do Estado de Minas Gerais, que reproduziu basicamente o artigo 225 da Constituição Federal, o Ministério Público passou a atuar nessa área.

Especificamente, a Constituição do Estado de Minas Gerais tem em seu artigo 166 alguns objetivos prioritários para os municípios e o Inciso 5 menciona: “é um objetivo prioritário do município estimular e difundir o ensino e a cultura, proteger o patrimônio cultural e histórico e o meio ambiente e combater a poluição”. Sendo assim, quando um promotor de justiça atua nessa área, ele o faz apoiado em diretrizes de ordem constitucional e também cobrando algo que é a diretriz prioritária imposta aos municípios, tudo isso diante do contexto da grandeza deste direito que foi dado pela ordem constitucional.

Rodrigo continua, apresentando e comparando duas formas de atuação do Ministério Público. Aquele que se diz contemporâneo, coevo, deixa um pouco aquele perfil demandista, que judicializa as questões sem tentar resolver o problema, sem buscar uma pacificação social. De acordo com o palestrante, é aquele membro que espera o problema chegar ao gabinete, analisa a situação, verifica a violação do ordenamento e propõe a ação judicial. Proposta a ação judicial, este problema é transferido para o poder judiciário e deixa de ser uma questão a ser enfrentada pelo Ministério Público. Assim era antes de 1988. Hoje, cada comarca tem o seu promotor de justiça e é ele que representa o Ministério Público e propõe as respectivas ações. Na coordenadoria a função do promotor é prestar apoio técnico e apoio jurídico às promotorias. É um papel um pouco diferente, mas que possibilita uma visão macro e, a partir daí, faz perceber a importância do diálogo e de conseguir resolver as situações sem o poder judiciário, que hoje é assoberbado, imprevisível e que, mesmo quando acerta, não acerta no tempo adequado. O novo perfil é o Ministério Público resolutivo, que hoje se defende muito no âmbito da instituição. Ele é transdisciplinar, proativo e trata a judicialização como *ultimaratio*. No meio ambiente, a transdisciplinaridade é fundamental. Não se trabalha unicamente com conhecimento jurídico. A técnica é jurídica, mas se tem plena consciência que é preciso da expertise de outras áreas da ciência para poder fazer um trabalho adequado.



Formas de atuação do Ministério Público.

O palestrante ressaltou que a disponibilidade hídrica é uma questão fundamental e que precisa de uma consciência um pouco mais coletiva. Assim, ele apresentou alguns caminhos, resumido em um slide e discorreu brevemente sobre eles:



Caminhos para Gestão ambiental e de recursos hídricos.

**Conhecimento:** a primeira coisa é acesso à informação e ao conhecimento por parte de todos os atores, sociedade, gestores públicos, os outros órgãos públicos, como o Ministério Público e poder judiciário. Especificamente o município deve conhecer o diagnóstico do ambiente e a partir daí estabelecer as prioridades, capacitar e estruturar.

**Capacitação e estruturação:** com grandes poderes vêm grandes responsabilidades. Se o município passou a licenciar, ele tem que fazer adequadamente e capacitar. Precisa ter uma equipe técnica, ou se consorciar com alguém que é técnico.

**Educação e Participação:** às vezes as medidas de coerção são necessárias, mas nada que é imposto de cima pra baixo resolve. Educação ambiental é fundamental. O primeiro passo é estabelecer com o secretário da educação um plano de educação para as escolas municipais. Tem que ter educação e começar de baixo. Difundir essas ideias com clubes sociais, Maçonaria, Rotary e tantos outros. Basta uma consciência maior, o município pode ter uma importância nisso e o Ministério Público pode contribuir.

**Instrumentos jurídicos próprios:** não adianta nenhuma ideia se a cada quatro anos o plano de governo muda com nova eleição. Precisa de planejamento e para garantir esse tipo de política pública precisa dos instrumentos normativos adequados, como plano diretor, leis municipais, as resoluções e as deliberações administrativas do CODEMA.

**Política pública e pagamento por serviços ambientais:** precisa de planejamento e para garantir esse tipo de política pública precisa dos instrumentos normativos adequados. Se aprovados, há garantia que as gestões futuras passarão também a tratá-los adequadamente. E eventualmente, o pagamento por serviços ambientais.

Em seguida, Rodrigo resume os caminhos apresentados dizendo que uma gestão ambiental de recursos hídricos passa por diversos mecanismos, passa pela compreensão da situação de um determinado município, de uma determinada região, estabelecimento de prioridade para se tratar aqueles problemas, de um arcabouço jurídico para garantir que o projeto implementado hoje não vai ser o projeto de uma pessoa, de um partido, mas algo que dure o tempo necessário para a sua consecução e capacitação dos envolvidos.

Nesse contexto, o Ministério Público pode ser um grande parceiro, porque naquela ideia de Ministério Público proativo, resolutivo, é muito mais interessante, como representante da sociedade, fazer um acordo que conceda prazos, mas que alcance um resultado, do que somente judicializar algo. “Eu costumo falar, quando eu sento pra negociar com um procurador do município, um advogado, eu não estou impondo a solução. Você tem toda a gama que a legislação lhe

traz, escolha, me apresente um cronograma e a gente verifica se ele é razoável. A partir daí, num caminho consensual, a gente tem mais êxito”.

Para exemplificar as parcerias da coordenadoria, o palestrante apresentou dois projetos que considera bem simples, trabalhados em conjunto com a Agência Regional de Proteção Ambiental - ARPA da Bacia do Rio Grande, que busca prover ganho ambiental, com parceria também com os municípios. Um deles é o projeto Cílios d'água - Rio + Verde, bastante incipiente, mas que diz respeito a Áreas de Preservação Permanentes - APPs urbanas do Rio Verde no município de Três Corações. Verbas que o Ministério Público consegue a partir de condenações, em ações ou termos de ajustamento de condutas celebrados são transferidas para a ARPA para desenvolvimento do projeto. Outro projeto, já mais avançado, é o Proveráguas Jacutinga, no qual promoveu-se um acordo em relação à exploração de água mineral, e as medidas compensatórias, possibilitaram a recuperação de trinta e uma (31) APPs, das quarenta e oito (48) que foram identificadas como prioritárias para aquela microbacia, representando vinte e oito (28) hectares cercados e em recuperação.

Para concluir a palestra, Rodrigo ressaltou que a ideia era trazer um pouco da contextualização do Ministério Público da atualidade, sem esquecer a importância dele na atuação criminal, da proibidade administrativa, mas alertar que existe uma outra face mais próxima, que são as promotorias do cidadão, preocupada com as questões de modificação da realidade social, dentre ela o meio ambiente. E com isso, eventualmente, quebrar um preconceito, porventura existente por parte dos gestores. Foi dada a dica para que estes gestores públicos municipais procurem o promotor de suas comarcas, busquem um acordo e apresentem uma alternativa caso tenham ação civil pública judicializada.



*Palestrante:*

**Samuel Barrêto**

*Tema:*

***Segurança Hídrica e  
Soluções Baseadas na  
Natureza***

*Transcrição da palestra: Isabella Eunice Soares Cáspar*

## Segurança Hídrica e Soluções Baseadas na Natureza

Samuel Barrêto <sup>1</sup>

O palestrante Samuel Barrêto iniciou sua palestra contando um pouco sobre a TNC (The Nature Conservancy), que é a organização não governamental que atua na área ambiental em mais de 70 países e está há 30 anos no Brasil.

De início, o palestrante explica como que as soluções de natureza podem contribuir tanto para aumentar a resiliência às mudanças climáticas, quanto para redução dos custos e aumento de geração de emprego. Considerando o código florestal, existem pelo menos 22 milhões de hectares para ser recuperado, isso significa uma cadeia produtiva de alguns bilhões que precisa ser organizada e que pode gerar emprego, melhorar o clima e a segurança hídrica.

O palestrante abordou a teoria da mudança da TNC para a segurança hídrica, estabelecendo a relação de equilíbrio entre a oferta que pressupõe a integração de infraestruturas verde e cinza e a demanda, com uma gestão sustentável do uso da água e mitigação de riscos.

Continua com uma analogia, tem que se trabalhar na gestão da Água, como se gerencia o dinheiro: se você ganha R\$ 1.000, não dá pra você gastar R\$ 800,00, senão você entra no cheque especial, juros do cartão de crédito, e com recursos naturais é a mesma coisa não dá pra gastar mais do que tem. Como os padrões de crescimento populacional, em 2050, devemos ter cerca de 9 bilhões de pessoas. O crescimento tem sido exercido forte pressão sobre os recursos naturais, para produção de alimento, produção de energia e para o abastecimento de água. Ressalta que realmente esta pressão ocorrerá, pois é

uma população que precisa comer, precisa de água, a questão é como equilibrar essa equação? A resposta está na abordagem da Segurança Hídrica apresentada na figura a seguir.

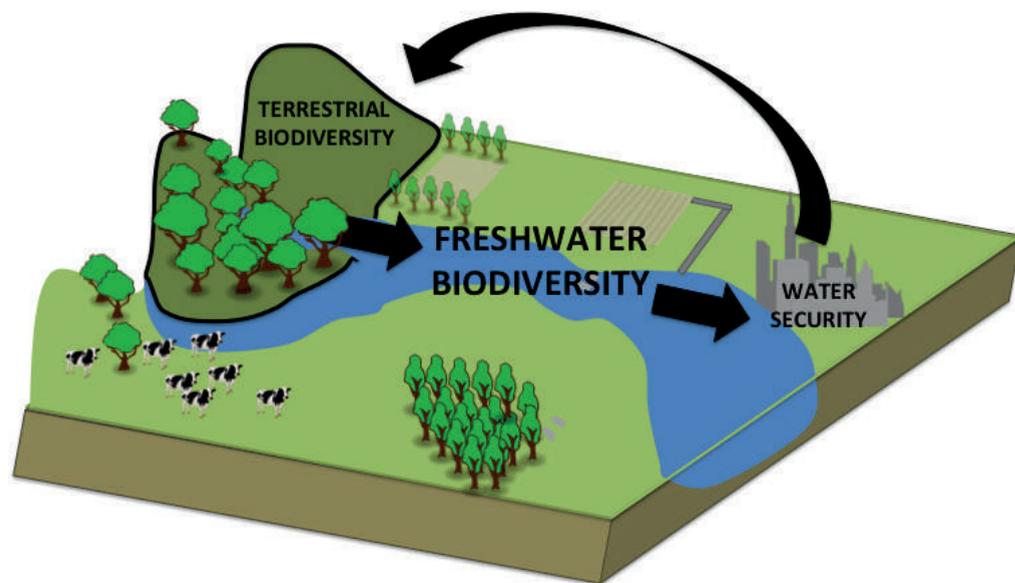


Teoria da mudança para Segurança Hídrica.

Samuel explica que para ter segurança hídrica deve-se equilibrar essa balança da demanda e da oferta, e no uso área de água, tem-se um desperdício significativa em todas as áreas. No abastecimento doméstico, por exemplo, quase 40% de tudo que se produz de água no Brasil, se perde por vazamento.

Neste contexto, ressalta a necessidade de recuperar a qualidade das águas dos rios, construir infraestrutura cinza para tratar a água e reduzir as perdas e integrar com as soluções de natureza. Essas soluções de natureza podem agregar muitas vantagens, pois se relacionam com questões que a natureza faz de graça. São listados alguns dos serviços ecossistêmicos prestados pela natureza e que conseqüentemente a intervenção utilizando soluções baseadas na natureza podem gerar.

<sup>1</sup> Gerente Nacional de Água, The Nature Conservancy - TNC

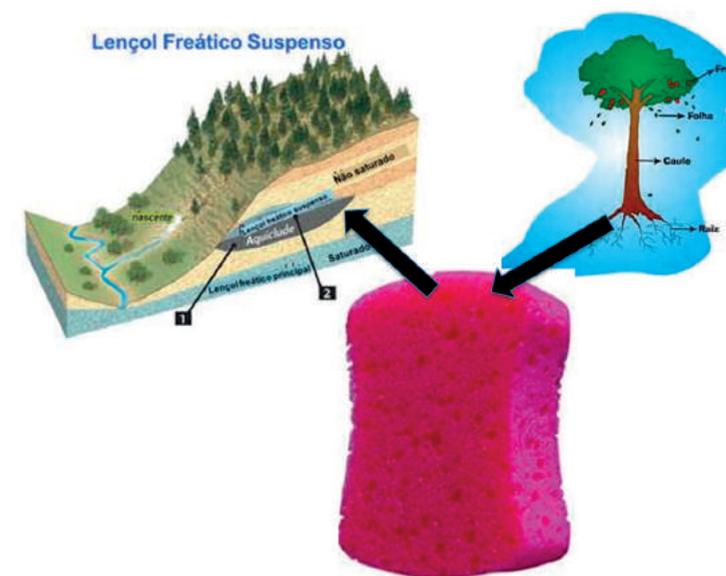


Uma bacia hidrográfica em boas condições é capaz de prover os seguintes bens e serviços:

- Fornecimento de água;
- Filtração/purificação de água;
- Regulação das vazões;
- Controle de enchentes;
- Controle da erosão e sedimentação; pesca;
- Madeiras e outros produtos florestais;
- recreação/turismo;
- Habitat para a preservação da biodiversidade;
- Beleza cênica;
- Reestabilização do clima;
- Valores culturais.

Serviços ecossistêmicos da Bacia Hidrográfica.

Com esta abordagem, detalhou o papel das florestas, solos e raízes. O papel da floresta na interceptação e amortecimento da chuva que cai no solo, as raízes do solo que favorecem a infiltração e o papel do solo, que exerce uma função de uma esponja absorvendo essa água e devolvendo principalmente, no período de seca, gerando um equilíbrio de vazão ao longo do ano. Reforçando assim a função da floresta na preservação e manejo do solo e consequentemente da segurança hídrica.



O papel das Florestas e dos Serviços ambientais.

Apresentou o caso da cidade de Nova York, que investiu para proteger seus mananciais 1,5 bilhões de dólares em infraestrutura verde para garantir a sustentabilidade do abastecimento da cidade, mas deixou de gastar 8 bilhões em processos tradicionais ou aumento de custos em função da degradação e poluição dos corpos hídricos.

Na sequência, abordou a estratégia da TNC nomeada fundo de água, que é uma plataforma coletiva de ação, pois também reconhece que ninguém sozinho vai dar conta de um desafio como esse, portanto, é necessário o envolvimento de múltiplos atores, governo, sociedade e iniciativa privada junto, procurando uma solução convergente dentro daquela balança, ou seja, de equilibrar a demanda e a oferta da água e para isso é preciso ter uma plataforma de ação coletiva, como os comitês de bacias hidrográficas estão fazendo, por exemplo, aqui no Brasil. Samuel explica de forma resumida que no Brasil a metodologia tem basicamente 3 etapas.



Metodologia dos Fundos de Águas.

A Etapa 1, denominada Desenho, é chamado de plano estratégico concomitante à identificação e engajamento dos atores que atuam naquela região.

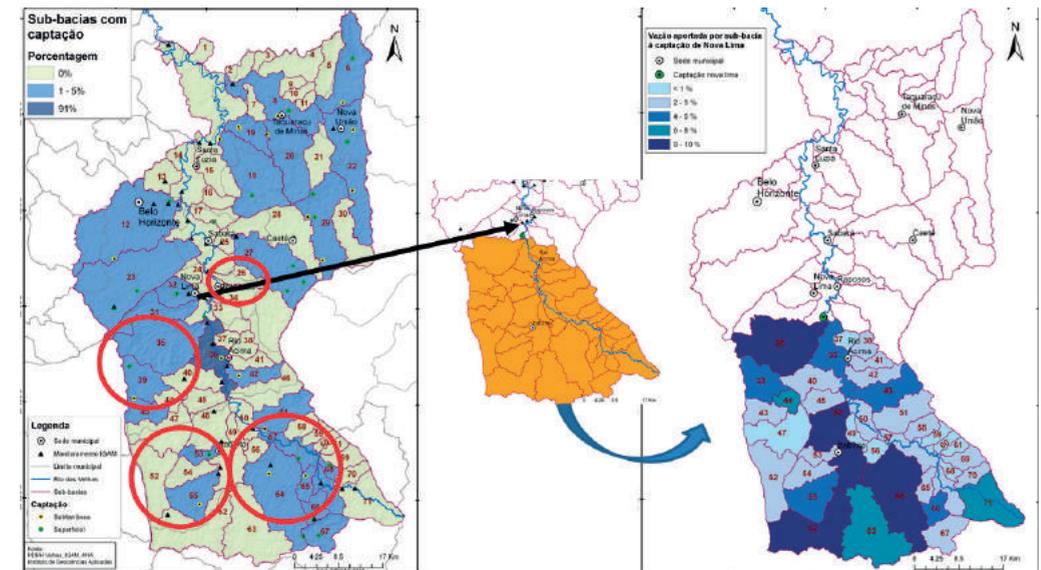
- Identificar qual será a arquitetura financeira que permita que essas ações sejam desenvolvidas continuamente.
- Mapear as áreas prioritárias de intervenção para a segurança hídrica.

Para mapear áreas prioritárias, a TNC que é uma instituição baseada em ciência, tem utilizado modelagens que auxiliem no processo de suporte à tomada de decisão. Um dos modelos que a TNC utiliza é o INVEST, desenvolvido em conjunto com a Universidade de Stanford. Ele estima processos biofísicos, por exemplo, áreas que têm maior potencial de erosão, perda de solo, ou maior capacidade da água infiltrar no solo. Assim o modelo aponta qual são essas áreas e gera as estimativas financeiras que apoia a decisão de onde investir para que se tenha o maior resultado e impacto, em outras palavras, melhor custo e benefício.

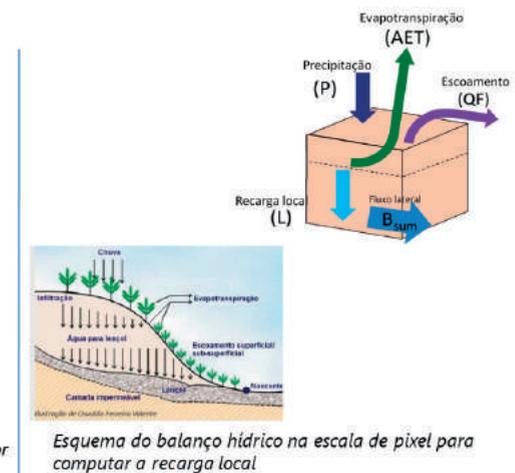
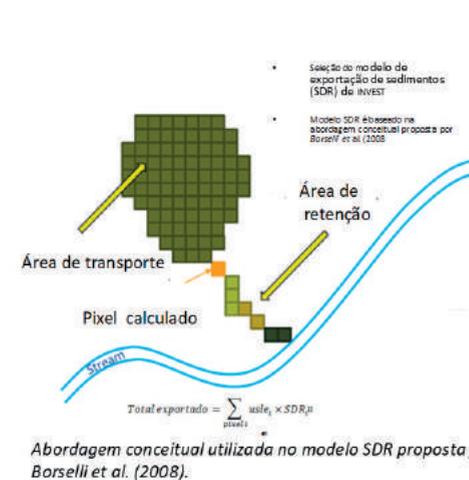
1. Gerar estimativas de processos biofísicos (ex. aporte de sedimentos) a partir de diferentes cenários de uso e manejo da terra
2. Gerar estimativas financeiras dos serviços ambientais para cada cenário
3. Identificar espacialmente que porções da bacia necessitam mais intervenção

O palestrante apresentou o exemplo da aplicação na bacia do rio das Velhas na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

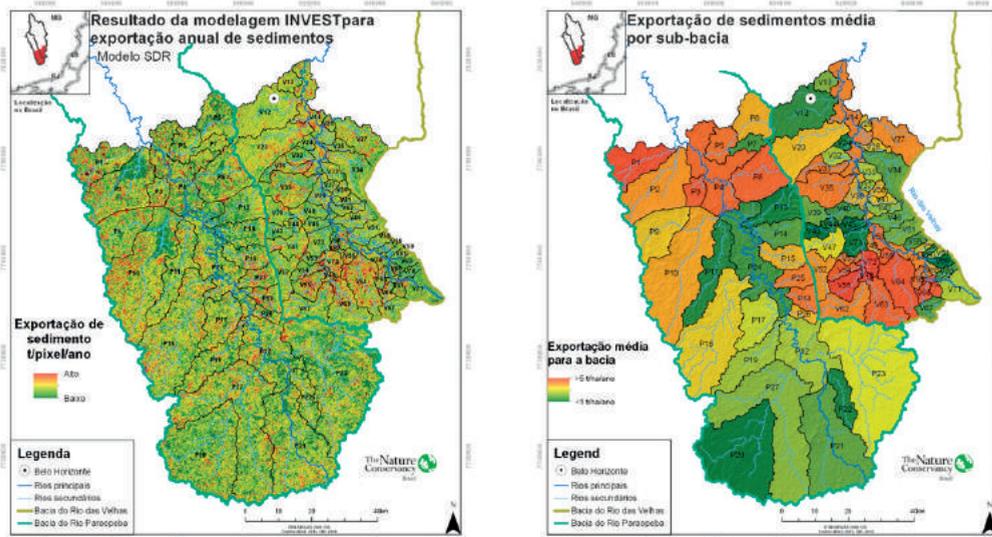
## Etapa 1 Bacia Rio das Velhas



### Passo 1 – Modelagem de sedimentos e quantidade de água



## SEDIMENTOS



## Resultado Etapa 1: Ranking das bacias prioritárias

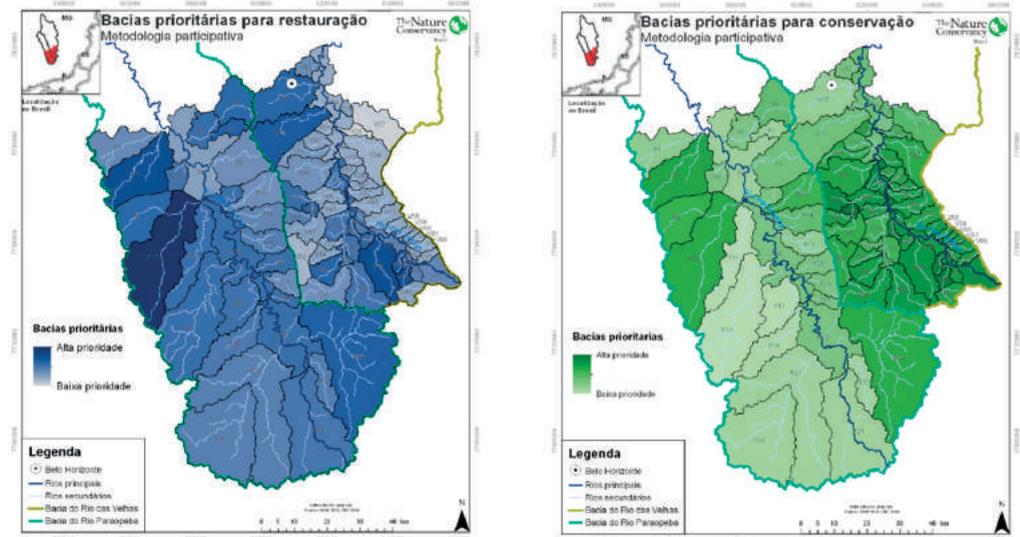
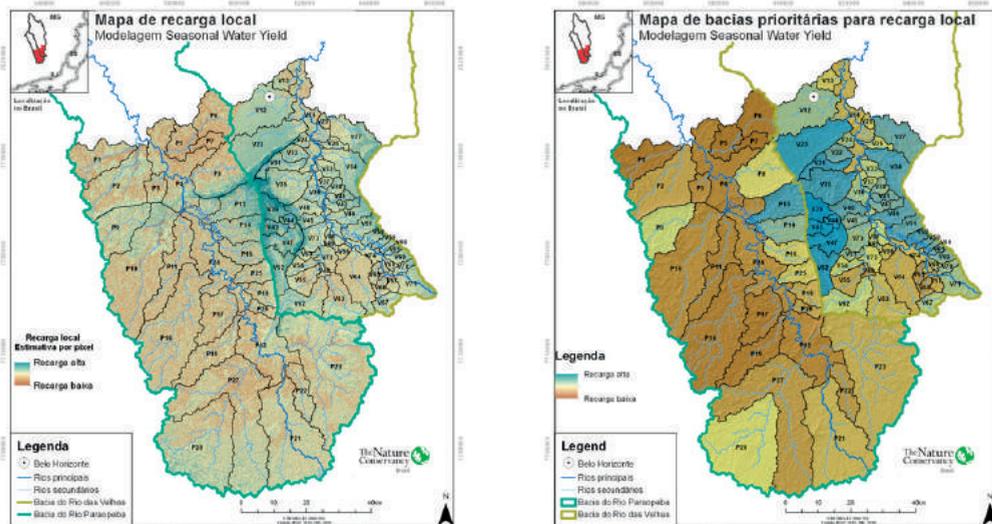


Ilustração da primeira etapa na bacia do rio das Velhas.

## RECARGA DE AQUÍFEROS



O Resultado da priorização de áreas está resumido na tabela a seguir, com a apresentação do tipo de intervenção necessária e a respectiva área.

### Resultado da modelagem na sub-bacia do rio Maracujá – rio das Velhas, MG

Tipo de intervenção	Área potencial para intervenção
Conservação de floresta	1.503 ha
Conservação de cerrado	7.048 ha
Restauração de APP em floresta	183 ha
Restauração de APP em cerrado	505 ha
Boas práticas em conservação do solo e/ou restauração fora de APP	4.397 ha
Adequação de estradas	30 km

A modelagem então auxilia na tomada de decisões, por propiciar um conjunto de ações, de acordo com características próprias de cada localidade como, por exemplo, o manejo das estradas rurais, paisagens produtivas na área rural, recuperação de nascentes, construção de barraginhas, enfim promover uma série de ações no ambiente rural, no planejamento da bacia visando segurança hídrica.

O palestrante ressaltou a necessidade de monitorar indicadores e os valores aplicados para mensurar os resultados e a efetividade. E destacou a base científica da metodologia aplicada.

Sobre os mecanismos econômicos, abordou o conceito de pagamento de um serviço ambiental, como um estímulo para acelerar e antecipar os resultados e impactos esperados. Até porque a recuperação LEGAL, prevista no código florestal, pode ser feita em 20 anos. Porém a ONU afirma em um dos seus estudos que em 12 anos (2030), deve haver segundo os prognósticos uma redução na água disponível para o uso em cerca de 40%. Ainda restam 20 anos para regularizar o código florestal, e não é prudente ficar esperando esse tempo para se resolver a questão. Melhor é fomentar ou criar um estímulo para acelerar esse processo. E em conclusão apresenta fontes e mecanismos de alavancagem.

<b>A) Comitê de Bacias</b> investindo em PSA para assegurar qualidade de água e regularização de vazões. (Fontes dos recursos: Cobrança pelo uso da água - Lei 9433)
<b>B) Arcabouço legal</b> que cria condições para o estabelecimento do PSA (Fontes dos recursos: orçamento, royalties, outros recursos carimbados)
<b>C) Grandes usuários</b> de água avaliando o seu risco em relação à segurança hídrica e tomando medidas de conservação para além de suas plantas de produção. (Fontes dos recursos: pagamentos realizados por grandes usuários buscando reduzir sua “pegada hídrica” ou reduzir o risco físico/regulatório/reputacional)
<b>D) Compradores voluntários dos serviços ambientais</b> (grandes usuários) investem em PSA para garantir qualidade de água e regularização de vazões (Fontes dos recursos: pagamentos voluntários realizados pelos usuários de água)
<b>E) Tarifas de água</b> – Preço da água: coleta, tratamento, distribuição e conservação da bacia (Fontes dos recursos: tarifas ajustadas para refletir os custos com a conservação das fontes de água)
<b>F) Recursos provenientes de Compensação Ambiental ou Conversão de Multa</b> em nível dos estados ou da União (em desenvolvimento) (Fontes dos recursos: público ou privado decorrente de medida mitigadora. Ex: Programa Nascentes do Governo do Estado de São Paulo)
<b>G) Impact Investment</b> (Fontes dos recursos: Via Natural Capital, Green ou Water Bonds e outros. Em princípio aplicação em Extrema – MG).

Mecanismos de alavancagem.

Por fim, o palestrante conclui com o modelo conceitual da Segurança Hídrica utilizado pela TNC, que espera ser o resultado da aplicação da metodologia dos fundos de águas, integrando os centros urbanos, mas também as áreas rurais do Brasil. Em suma, conectar nossas ações de forma integrada, de maneira a fazer valer esses instrumentos de gestão e não descartar nenhuma alternativa ou solução relacionadas ao tema específico da água!

## Dimensões da Segurança Hídrica para TNC

A sociedade pode desfrutar de segurança hídrica quando gerencia efetivamente os recursos hídricos e serviços, visando:

1. Garantir abastecimento de água e esgotamento sanitário para todas as comunidades.
2. Dar suporte a economias produtivas nos diferentes setores e múltiplos usuários de água.
3. Desenvolver cidades sustentáveis.
4. Restaurar a saúde de rios e ecossistemas.
5. Construir comunidades resilientes que se adaptem a mudanças.



Modelo conceitual de Segurança Hídrica TNC.



*Palestrante:*

**Duarte Eustáquio Gonçalves Junior**

*Tema:*

***Do desastre à reconstrução***

*Transcrição da palestra: Rayssa Garcia de Sousa*

## Do Desastre à Reconstrução

Duarte Eustáquio Gonçalves Junior <sup>6</sup>

O Duarte Eustáquio, iniciou a palestra ressaltando a importância do estabelecimento de convênios e acordos com grupos especialistas capazes de auxiliar na solução de problemas ambientais, somada a necessidade de fomento do empreendedorismo nestes profissionais, de forma a agregar valor e viabilidade nas soluções de proteção ambiental propostas pelos mesmos.

Na sequência foi apresentado um vídeo com o registro fotográfico do distrito de Bento Rodrigues, localizado na cidade de Mariana, atingido pelo rejeito proveniente do rompimento da Barragem de Fundação, ocorrido em 5 de novembro de 2015, o mesmo elucidado por meio de imagens os impactos gerados pela tragédia ambiental. Ao decorrer do material audiovisual o palestrante destacou que o evento vitimou 19 pessoas, das quais quatorze eram prestadores de serviço de empresas terceirizadas contratadas pela detentora da barragem e as outras cinco moradoras do distrito.

Destacou ainda que, o potencial do acidente poderia ter sido agravado, caso o mesmo tivesse ocorrido no período noturno, e se o material do extravasamento da barragem de Função não tivesse sido momentaneamente contido por outra barragem de armazenamento de água localizada a jusante da mesma. No primeiro momento do acidente, o material que atingiu Bento Rodrigues foi a água proveniente da segunda barragem. Segundo Duarte Eustáquio ambos os fatos possibilitaram que a fuga das pessoas para locais de maior altitude do distrito, visto que as mesmas conseguiram visualizar a passagem dos rejeitos no leito do curso d'água, que posteriormente chocou com um maciço rochoso que causou o retorno do material sobre as casas.

<sup>6</sup> Prefeito de Mariana / Advogado com pós graduação em Teologia e Gestão Pública

Para ele, um grande desafio após o desastre foi compreender o contexto da relevância da preservação ambiental, porém com reconhecimento da importância financeira da mineradora para o município. Um ponto positivo destacado por Duarte foi a solidariedade das pessoas, a cidade de Mariana recebeu doações advindas de todas as regiões do Brasil, que excederam a demanda das pessoas pós tragédia. A época foi criado um registro pela prefeitura, no qual é possível rastrear todos os doadores que auxiliaram a cidade e o processo foi conduzido por 180 voluntários.

O prefeito fez uma reflexão sobre a dificuldade de manutenção dos serviços públicos essenciais tendo em vista a redução da arrecadação de impostos, em função da paralisação das atividades minerárias. Para exemplificar o mesmo citou que, devido ao histórico de alta arrecadação do município foram criados benefícios que inflacionaram as folhas de pagamentos, e que o plano de cargos e salários não correspondia mais a realidade das arrecadações. Duarte ainda ponderou que “no serviço público você não deve ser bom, mais sim justo, visto que ser bom é fácil difícil e ser justo”.

No novo contexto, foi necessário planejamento para o novo cenário com menor receita e ocorreu ajuste da folha do município ao pós acidente, dentro os quais Duarte Eustáquio elencou:

- Redução de despesas com alugueis – 220 mil por ano;
- Revisão do contrato com a empresa de coleta de resíduos – 3 milhões por ano;
- Primarização da elaboração dos projetos – 1,5 milhão por ano;
- Cortes de cargos comissionados, funções gratificadas e horas extras 4,1 milhões por ano;
- Enxugou a folha de pagamento 7,5 milhões por ano;
- Revisão do fornecimento de serviços de internet – 65 mil por ano;
- Redução do uso de cooperativa de transporte – 10,8 milhões por ano.

Ele ainda ponderou que a cidade de Mariana vive da mineração e a negação desta premissa paralisa o fornecimento de serviços pelo município. Somado a este fator tem-se que, após a instalação destas empresas, ocorre uma falta sensação de riqueza do município, e na cidade não houve no passado a preocupação de uso dos impostos originados deste segmento para a diversificação da economia local, o que culmina na manutenção do elo de dependência.

Após o acidente o índice de desempregados na cidade chegou a 24%, sendo que nos registros anteriores não passada de 6%. O mesmo afirmou a dignidade humana de trabalhar é seu bem mais importante do ser humano, e que um grande efeito do desastre foi a perda de emprego e autoestima das pessoas que

culminou na desestruturação das famílias. Diante disso, o retorno da atividade minerária em Mariana é fundamental para a promoção de empregos, diretos e indiretos, devolvendo as pessoas a dignidade de prover seu próprio sustento.

Para concluir o prefeito citou criação da Fundação Renova, que realiza o gerenciamento dos recursos destinados ao reparo dos danos causados pelo acidente, e a composição do Comitê Interfederativo e das Câmaras Técnicas, que realizam a validação das propostas apresentadas e da correlação das mesmas com as ações de recuperação dos danos. Segundo o mesmo “Existe recursos para implantação de projetos, basta que sejam apresentadas propostas alinhadas com as medidas compensatória ou reparatórias previstas no Termo de Ajuste de Conduta (TAC), em especial aqueles voltados para a recuperação da calha do rio Doce e Gualaxo” firmado entre a mineradora responsável pela barragem de Fundação e o Ministério Público.

Também foi criado o Fórum Permanente dos Prefeitos do Rio Doce, composto pelos 39 municípios, que já realizou algumas ações das quais Duarte Eustáquio enumerou:

- A instalação do sistema de tratamento de esgoto na cidade de Mariana, com verba de 70 milhões aprovada, provenientes da fundação Renova;
- Criação do Código Ambiental para fomento da fiscalização e atuação na prevenção da poluição capacitação da polícia ambiental na cidade;
- Implantação do novo sistema de captação de água na Cachoeira de Brumado, com investimento de 3,4 milhões.

Para concluir o prefeito colocou que a gestão pública não pode ser feita com o intuito de prevenir desgaste político, mas sim com o controle adequado e justo dos recursos. Promovendo o uso adequado dos recursos naturais, sendo uma das medidas que elucidam esta questão, a implantação da cobrança de água na cidade de Mariana, que atualmente não está implantada e tem um consumo per capita de 400L por dia.

Por fim, Duarte Eustáquio ponderou que a ocorrência na barragem de Fundão foi um crime ambiental e que o poder judiciário deve fazer a adequada avaliação do processo e a punição dos autores envolvidos no mesmo. Complementarmente, as empresas devem atuar de forma segura entendendo os riscos das atividades e realizando os controles necessários ao desenvolvimento destas. Expôs ainda que, a fiscalização e acompanhamento destas empresas pelos municípios é necessária, porém deve ser feita de forma que a busca da solução dos problemas seja conjunta, inclusive com apoio das universidades que formam cidadãos com conhecimento para apoio em situações diversas das áreas de atuação destes profissionais.



Cidade de Bento Rodrigues após o acidente.



Cidade de Bento Rodrigues após o acidente.

## A BACIA DO RIO VERDE E GESTÃO DAS ÁGUAS: DESAFIOS E OPORTUNIDADE PARA Os MUNICÍPIOS

Marília Carvalho de Melo

Marianne S. Teixeira Almeida

Luana Ferreira Mendes

O rio Grande tem sua nascente na Serra da Mantiqueira e extensão total de 1.286 km até a foz, quando forma o rio Paraná, ao confluir com o rio Paranaíba. A bacia hidrográfica do rio Grande possui 143.255 mil km<sup>2</sup>, distribuindo-se 40% em território paulista e 60% em território mineiro aproximadamente, em que se inserem, total ou parcialmente, 393 municípios.



Mapa da bacia hidrográfica do rio Grande.  
Fonte: IGAM, 2018.

Apresenta 14 unidades de gestão, sendo estas, 8 em Minas Gerais (UPGRHs – Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos), codificadas como “GDs”, e 6 em SP (UGHs – Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos), dentre elas a bacia hidrográfica do rio Verde (GD4), que abrange uma área de 6.864 km<sup>2</sup>, dos quais entregam 31 municípios e corresponde a 460.192 mil habitantes, sendo que a populao urbana representa aproximadamente 84% da populao total.

Os municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Verde são, Aiuruoca, Alagoa, Baependi, Cambuquira, Campanha, Carmo da Cachoeira, Carmo de Minas, Caxambu, Conceio do Rio Verde, Cristina, Dom Vioso, Eloi Mendes, Itamonte, Itanhandu, Jesunia, Lambari, Monsenhor Paulo, Olímpio Noronha, Passa-Quatro, Pedralva, Pouso Alto, São Gonçalo do Sapucaí, São Lourenço, São Sebasto do Rio Verde, São Tomé das Letras, Soledade de Minas, Três Coraoes, Três Pontas, Varginha, Virgínia.

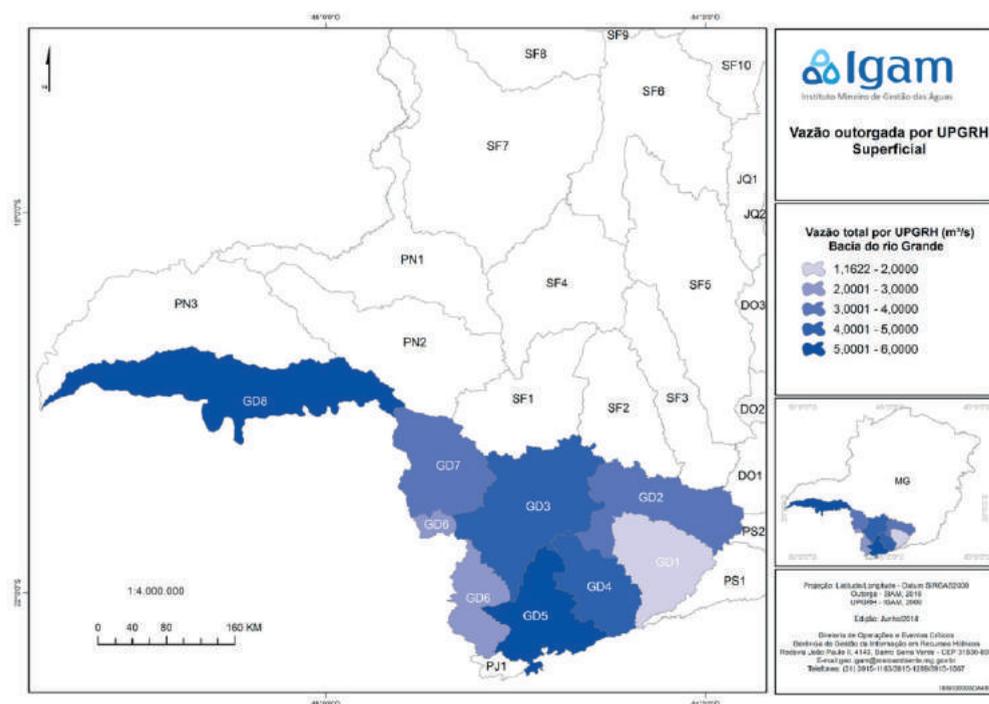
O Estado de Minas Gerais tem incentivado que os municípios assumam sua competência originária para o licenciamento ambiental, conforme regulamentado pela Deliberao Normativa 213 de 2017. Na bacia do rio Verde nenhum município ainda assumiu a competência, conforme informao da Secretaria de Meio ambiente de Minas Gerais. Ver no link: <http://meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13-informativo/3058-clique-aqui-para-consultar-a-manifestacao-dos-municipios-com-competencia-originaria>

A atividade econmica da bacia do rio Verde  bastante diversificada, destacando-se na agropecuária a produo de café, sendo o município de Três Pontas  maior produtor de desta cultura no país. No setor industrial possui grandes unidades industriais de eletroeletrônicos e de alumínio nos municípios de Varginha, Três Coraoes e na indústria extrativa merece referência a extrao de pedras ornamentais e de decorao principalmente em São Thomé das Letras. No setor de serviços o destaque fica por conta das atividades financeiras, comerciais e educacionais e das estâncias hidrominerais.

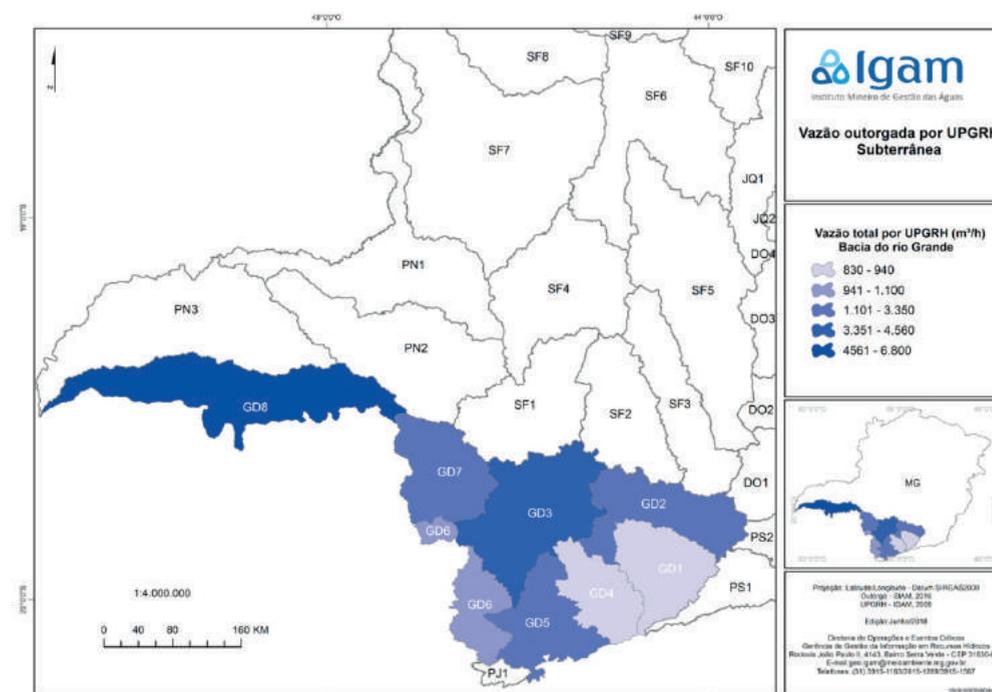
As guas minerais constituem o principal recurso mineral não-metlico existente na bacia do rio Verde, estando vinculadas, direta ou indiretamente, às atividades econmicas básicas de alguns municípios, especialmente às estâncias hidrotermais, a sua explorao para balneoterapia ou como água de mesa, dentre as quais se destacam aquelas localizadas em Cambuquira, Caxambu, Conceio do Rio Verde, Lambari, e São Lourenço. Do mesmo modo, estas áreas respondem por parcela considerável da produo nacional de água engarrafada, provenientes de dezenas de fontes.

O rio Verde nasce entre os municípios de Passa Quatro e Itanhandu, na vertente ocidental da serra da Mantiqueira, a aproximadamente 2.600 metros de altitude, próximo  divisa dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, e percorre 220 km até sua foz, na represa de Furnas.

O perfil de uso de água na bacia guarda correlação ao perfil sócio econômico relatado. Segundo os dados do Sistema Estadual de Informações Ambientais, são concedidas 255 outorgas de direito de uso de recursos hídricos para águas superficiais, perfazendo uma vazão de 1,163 m<sup>3</sup>/s, cujo perfil de usuários é a maior demanda para irrigação, seguido de extração mineral e abastecimento público. As autorizações para água subterrânea somam 193, com uma vazão total de 937,3 m<sup>3</sup>/h, sendo o usuário com maior demanda em número de autorizações é abastecimento humano, seguido do uso industrial (IGAM, 2018). As Figuras mostram o perfil por vazão outorgada por unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos na bacia do rio Grande em Minas Gerais.

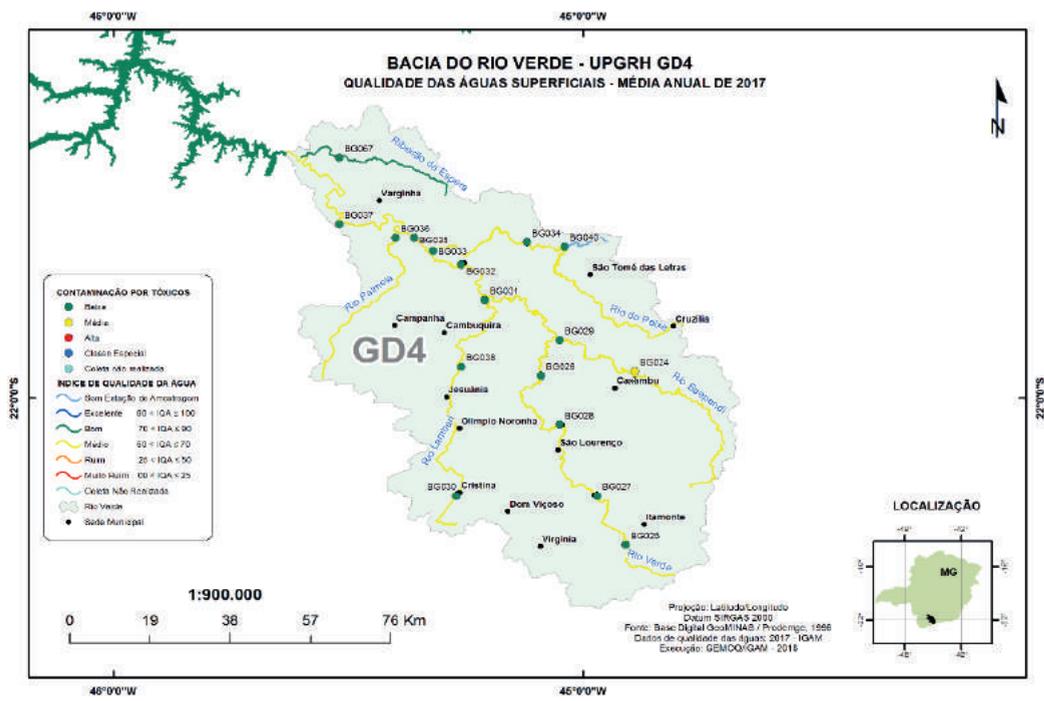


Vazão outorgada por UPRH superficial.  
Fonte: Igam, 2018.



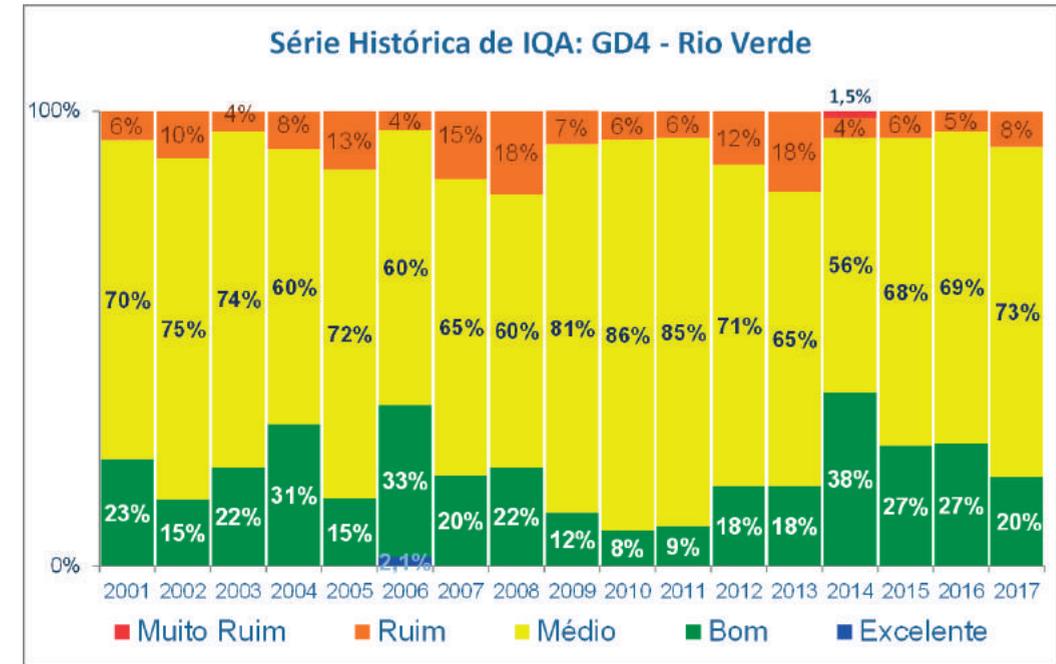
Vazão outorgada por UPRH subterrânea.  
Fonte: Igam, 2018

A avaliação dos resultados do monitoramento da qualidade das águas, composto por 17 pontos de coleta, realizada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM permite afirmar que o Índice de Qualidade da Água (IQA) da sub-bacia do rio Verde apresentou uma tendência de piora para os anos de 2014 a 2017, prevalecendo na bacia a condição de IQA médio. Para o Indicador Contaminação por Tóxicos, prevaleceu a condição baixa.



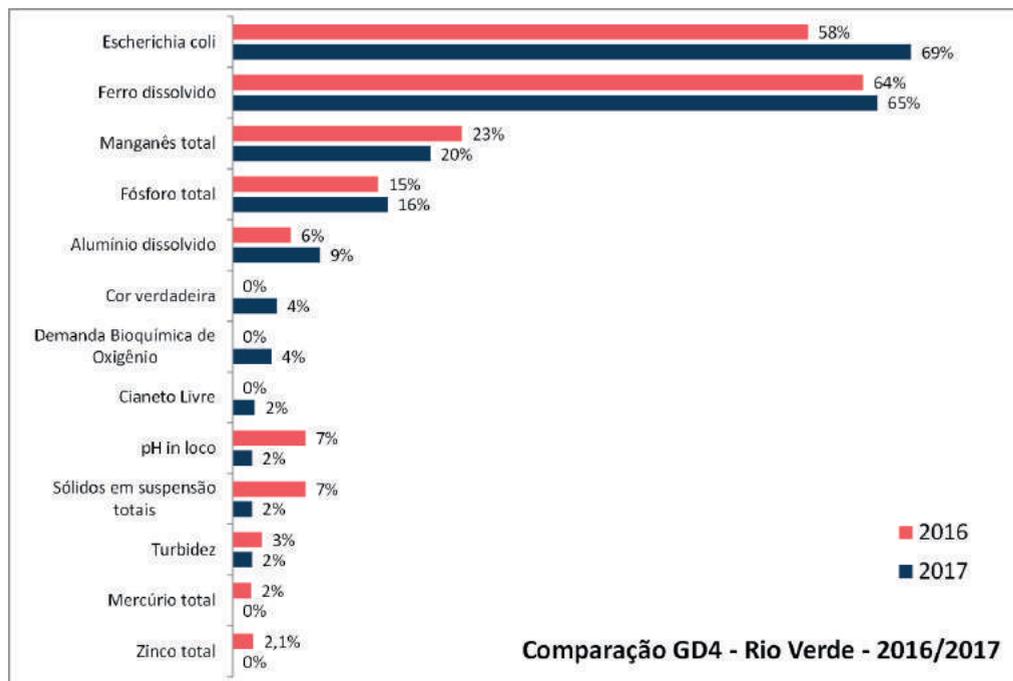
Qualidade das águas superficiais na bacia do rio verde para média anual de 2017.  
 Fonte: IGAM, 2018.

Ainda na avaliação do IQA, houve um aumento de 4% em 2014 para 8% em 2017 de água classificada como ruim, de 56% em 2014 para 73% em 2017 de água classificada como médio e uma redução no percentual de água classificada como boa, passando de 38% em 2014 para 20% em 2017. Cabe ressaltar que a ocorrência da qualidade muito ruim deixou de ser observada desde 2016.



Distribuição percentuais das faixas do IQA na UPRGH GD4 para os anos de 2014 a 2017.  
 Fonte: IGAM, 2018.

Dentre os principais fatores de pressão que podem ter contribuído para a piora do IQA na sub-bacia destaca-se o lançamento de esgotos sanitários, agropecuária, atividade minerária (areia, quartzito), carga difusa, erosão, efluentes industriais (laticínios, indústria de alimentos e abatedouros). A Figura apresenta os parâmetros que não atenderam ao limite estabelecido na Deliberação Normativa Conjunta dos Conselhos Estadual de Meio ambiente e de Recursos Hídricos – COPAM e CERH 01/2008 para a classe de enquadramento nas estações de amostragem da UPRGH GD4 em 2017.



Parâmetros que não atenderam ao limite estabelecido na legislação nas estações de amostragem da UPGRH GD4 no ano de 2017. Fonte: IGAM, 2018.

A transformação do meio ambiente e a dinâmica da sua ocupação têm sido estudadas e avaliadas por diversos especialistas. No caso dos recursos hídricos, os esforços caminham para o controle e integração da gestão da qualidade e da gestão da quantidade desses recursos em níveis satisfatórios para atender aos diversos usos da água.

A bacia hidrográfica do rio Grande conta com um Plano Integrado de Recursos Hídricos (PIRH – Grande), finalizado em setembro de 2017, com identificação de áreas críticas (quantidade e qualidade da água), mapeamento de áreas sujeitas a restrição de uso, plano de ação e sustentabilidade operacional por meio de programas estratégicos de gestão e conservação dos recursos hídricos. Foi desenvolvido com a participação dos poderes públicos estadual e municipal, da sociedade civil e dos usuários de recursos hídricos, tendo em vista o desenvolvimento sustentável da Bacia.

Tem-se por prioridade nas ações das UPGRHs da bacia do rio Grande o arranjo institucional, a redução de perdas no sistema de abastecimento de água, universalização do sistema de coleta e tratamento de esgoto, adequação do sistema de coleta e destinação dos resíduos sólidos, redução da carga poluidora industrial, redução da carga poluidora agrícola, preservação e/ou recomposição

de matas ciliares, nascentes e áreas de recarga, controle de erosão e de assoreamento, educação ambiental, ampliação das redes de monitoramento qualitativo e hidrometeorológico e a gestão das águas subterrâneas.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde (PDRH) é um instrumento de planejamento da bacia hidrográfica com visão de longo prazo, de forma a permitir uma gestão compartilhada das águas superficiais e subterrâneas. Tem como principal missão propor prioridades de ações e intervenções, escalonadas ao longo do tempo, com o objetivo de atingir metas de racionalização do uso e melhoria da qualidade da água, em atendimento às necessidades dos diversos segmentos de usos e usuários dos recursos hídricos, sob a ótica do desenvolvimento sustentável.

Dentre as principais ações do PDRH da bacia do rio Verde destacam-se as ações de gestão para diminuição do consumo hídrico, notadamente relacionadas à redução de perdas no abastecimento público, como forma de atingir índices mais elevados de eficiência do serviço. Revitalização de bacias, também em âmbito regional, como forma de se reconstituir feições mais harmônicas e naturais das micro bacias, permitindo seu manejo de forma mais adequada. Além do eventual aumento ou regularização de vazões naturais, estas medidas produzem efeito benéfico sobre a qualidade da água, ao evitar o carreamento de sedimentos e contaminantes aos cursos d'água. Coleta e tratamento de esgoto, além de disposição adequada de resíduos sólidos. Saneamento rural, controle de agroquímicos e tratamentos de dejetos rurais, onde existe um perfil de produção agropecuário mais intenso. Proteção das águas minerais através da implantação das áreas de proteção dos aquíferos e do monitoramento sistemático da qualidade e quantidade das águas. E as ações de gestão, com a implantação da agência da bacia e dos instrumentos de gestão, em especial, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, educação hidro-ambiental e monitoramento.

A Agência Regional de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Grande também designada pela Sigla ARPA Rio Grande, foi constituída em Assembleia Geral em 12 de setembro de 2012 e tem como vocação promover a preservação e educação ambiental e contribuir para o desenvolvimento sustentável na bacia hidrográfica do Rio Grande.

O projeto “Bacia do rio Verde”, coordenado pela ARPA do Rio Grande, tem como objetivo viabilizar a recuperação das áreas produtoras de recursos hídricos afetadas, por meio de trabalhos técnicos de diagnósticos e restauração das áreas contaminadas e degradadas, bem como ações de regularização do espaço e dos serviços de licenciamento. Esse projeto irá atuar nos municípios de Varginha, Monsenhor Paulo, Carmo da Cachoeira, Três Pontas, Elói Mendes, Campanha.

A cidade de Cambuquira está entre os municípios que compõe o Circuito das Águas/MG, e apresenta uma vastidão dos recursos hídricos disponíveis, tais

como o Parque das Águas, o Parque das Águas do Marimbeiro, a Reserva Santa Clara e inúmeras fontes no seu perímetro urbano e rural.

No ano de 2014 Cambuquira foi certificada oficialmente pelo Conselho Canadense como Cidade Azul, movimento global e local para o uso justo e seguro da água, uma iniciativa que promove o trabalho de coalizões locais em todo o mundo. O título de “Cidade Azul” é dado a cidades que adotam diretrizes comuns para o uso da água, tendo três ações principais: reconhecer a água como um direito humano; promover financiamento público ou privado e operar serviços de tratamento da água e resíduos, e a proibição da venda de água engarrafada em instalações públicas e em eventos municipais.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da do Rio Grande – PIRH-Grande: Manual Operativo**. Disponível em: <[http://www.engecorps.com.br/mop\\_grande/index.html](http://www.engecorps.com.br/mop_grande/index.html)>. Acesso em: 10 dez. 2018.

ARPA – AGÊNCIA REGIONAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO GRANDE. **Projeto bacia do rio verde vivo**. Disponível em: <[http://www.arpariogrande.org.br/?page\\_id=1707](http://www.arpariogrande.org.br/?page_id=1707)>. Acesso em: 11 dez. 2018.

CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde, volume 2**. [S.l.], 2010. 575 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais**. Belo Horizonte: IGAM, 2010.

THE COUNCIL OF CANADIANS. **WIN! Cambuquira, Brazil a blue community**. Disponível em: <<https://canadians.org/blog/win-cambuquira-brazil-blue-community>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

SISEMA - SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. RELATÓRIO DA OFICINA: **Panorama da Gestão dos Recursos Hídricos nas Bacias Mineiras Afluente do Rio Grande**. Belo Horizonte: SISEMA, 2018.

## JOVENS PESQUISADORES – COLÉGIO UNIVERSITÁRIO DE APLICAÇÃO DA UNINCOR

O ano de 2018 foi um período extremamente frutífero para a consolidação do Programa de Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos, da Unincor. O programa se dedicou ao ensino de qualidade, desenvolvimento de projetos de pesquisas e de extensão, dentre os quais se destacam os Encontros Regionais Sustentabilidade em Recursos Hídricos. A integração dos projetos desenvolvidos com os alunos de graduação, e também da educação básica, foi uma constante.

No que se refere à educação básica, destacam-se as ações junto ao Colégio Universitário de Aplicação da UninCor, Prof. José Maria Ferreira Maciel. O colégio conta com educação infantil, ensino fundamental e ensino médio e possui, atualmente, mais de 500 alunos. Alinhados e atentos aos pilares básicos definidos pela UNESCO, os dirigentes e professores do Colégio de Aplicação promovem a formação de alunos capazes de aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser.

Dentro destas diretrizes, e em consonância com o II Encontro Regional UninCor Sustentabilidade em Recursos Hídricos e demais atividades do programa, foram desenvolvidos trabalhos dentro da temática ambiental com os alunos do ensino médio. Ao longo do ano foram ofertadas palestras e orientações, incitando a curiosidade e preocupação com as questões ambientais.

Além de aprofundarem em temas específicos, os alunos tiveram a oportunidade de vivenciarem uma iniciação científica, inclusive com a apresentação dos trabalhos durante a Semana de Pesquisa e Extensão da UninCor (XX Encontro de Iniciação Científica e V Mostra de Extensão, V Encontro de Pós-Graduação, XXXV Mostra Científica do Colégio de Aplicação), realizada entre os dias 19 e 23 de novembro de 2018.

Todos os trabalhos contaram com a orientação do professor do Colégio de Aplicação, Antônio Otto, que também é mestrando do Programa de Sustentabilidade em Recursos Hídricos, da UninCor. Dentre os trabalhos desenvolvidos, foram selecionados quatro, transformados em artigos e apresentados neste capítulo.

E que esta geração de jovens pesquisadores, assim como muitas porvir, permaneçam no propósito de estudar, para melhor cuidar do meio ambiente.

**DRA. ELISA DIAS DE MELO**

*Professora Tempo Integral da Universidade Vale do Rio Verde – UninCor*

## PESQUISADORES POR NATUREZA

Quando foi que surgiu sua primeira pergunta? E o seu primeiro por quê?

Aposto que não se recorda, e o motivo disto é simples: Somos todos pesquisadores por natureza.

Questionar, investigar e analisar; três verbos que movem os pesquisadores, e muito antes de sabermos o que são e sua importância, eles já fazem parte de nós.

Quando nascemos investigamos o meio com as ferramentas que temos, nossos sentidos no apresentam e explicam “as coisas”.

Já com alguns anos a mais, estamos na fase dos porquês; e questionar o que não entendemos toma um novo nível, onde temos informações concretas sobre nossas dúvidas.

Quando jovens, na fase escolar, nossos porquês ficam mais seletivos, mais pontuais e complexos; ainda que questionemos menos, nossa natureza investigativa não muda.

Instigar a curiosidade nos jovens é provocar seu pesquisador interior, é fazer com que eles agora pesquisem ao invés de perguntar, e configurem e construam suas respostas, formando assim suas personalidades, caráter, bem como amadurecendo-os e preparando para o mundo moderno, que a cada momento apresenta novas ideias, tecnologias e cenários.

O capítulo dos Jovens Pesquisadores é dedicado a homenagear todos os jovens que tem em si a natureza da pesquisa científica em ação, questionando e investigando o mundo que os cerca, mostrando e aprendendo ainda no Ensino Médio do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel, seus primeiros passos e trabalhos no ramo das ciências ambientais.

Neste capítulo, os alunos da segunda e terceira série, trazem os artigos produzidos ao longo do ano de 2018, sobre Recursos Hídricos, Energias Limpas e Sustentáveis; pois a partir de uma proposta de estudo, identificaram dentro destas áreas, nichos de estudos e pontos que lhes aguçaram a curiosidade.

Em nome destes jovens pesquisadores, que tenho o prazer de ter como alunos e orientados, os convido para conhecer o fruto de seus trabalhos.

**ANTONIO OTTO NEVES FILHO**

*Professor do Colégio de Aplicação  
Mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos*

## ESTUDO DE CASO: COMO FUNCIONA O TRATAMENTO DE ÁGUA EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

VALIM, Yonara Genovez<sup>7</sup>; SANCHES, João Gabriel Costa<sup>8</sup>; TOLEDO, Caio Vinicius Guedes<sup>8</sup>; PEREIRA, Julia Fernanda Silva<sup>8</sup>, VAL; Karina Pereira Marques do<sup>8</sup>; NEVES FILHO, Antonio Otto<sup>8</sup>

### RESUMO

Os procedimentos adotados para correção da qualidade da água ocorrem em Estação de Tratamento de água (ETA) e são realizados nestas instalações procedimentos físicos e químicos para adequá-las às condições de consumo, ou seja, para que a água se torne potável. Este trabalho abordará a importância das ETA, no que diz respeito ao seu papel indispensável para o abastecimento da população e seus impactos positivos sobre o meio ambiente. Inicialmente, serão apresentadas as noções básicas, como conceitos, características e as etapas do processo de uma ETA. Em um segundo momento, a proposta é identificar os principais benefícios da ETA para a sociedade e para meio ambiente. Finalmente, será construída uma maquete sobre o tema para despertar na comunidade a conscientização ambiental sobre a relevância da água em nossa vida.

**Palavras-chave:** ETA. Meio Ambiente. Conscientização.

### ABSTRACT

*Water Treatment is a set of physical and chemical procedures that are applied to the water so that it is in adequate conditions for consumption, that is, for the water to become potable. This study will approach the importance of the Water Treatment Station (WTS), with respect to its indispensable role for supplying water to the population and its positive impacts on the environment. Firstly, the basic concepts, such as characteristics and stages of the WTS process will be presented. In a second moment, the proposal is to identify the main benefits of WTS for society and the environment. Finally, a model will be built as a tool for awareness about the relevance of water in our life.*

**Keywords:** WTS. Environment. Awareness.

<sup>7</sup> Alunos do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel. E-mail: yonaragenovezvalim@gmail.com

<sup>8</sup> Professor-orientador do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel Mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos pela Universidade Vale do Rio Verde – UninCor. E-mail: eng.antonio@outlook.com



Os jovens pesquisadores.

Turma da segunda série do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor, 2018.

## INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Água (ETA) é um local em que realiza a purificação da água captada de alguma fonte para torná-la própria para o consumo da população. O tratamento de água consiste em realizar diversos procedimentos físicos e químicos, para que a água bruta possa ser, no término do processo, destinada a população, sendo assim potável e segura ao consumo.

O crescimento da população e da urbanização nas últimas décadas obriga as cidades a buscarem alternativas para o adequado saneamento básico e distribuição de água dos moradores, levando em conta o mínimo de impactos ambientais e sociais. A ETA é uma das melhores alternativas para a sociedade e o meio ambiente.

As ETAs trazem diversos benefícios a uma cidade ou região, visto que a água tratada não é um vetor de contaminação, evitando, assim, a transmissão de doenças.

O objetivo deste trabalho é conhecer as principais noções sobre uma ETA, como conceitos, características e etapas do processo, além de identificar os benefícios da ETA para a sociedade e para o Meio Ambiente. Para tal, o trabalho será realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema Estação de Tratamento de Água a partir de referências diversas, como livros impressos, revistas, jornais, cartilhas, artigos científicos e consulta em material disponibilizado em internet.

Em tempos de novo paradigma de sustentabilidade e sendo o Brasil um país com grande potencial hidrográfico, a água torna-se um tema mais do que atual e que merece estudos e práticas cada vez mais pertinentes, sendo a ETA uma temática indispensável para melhorar a qualidade socioambiental do mundo contemporâneo.

## A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Uma ETA é um local onde se procedem os meios de purificação da água captada, visando deixá-la apta ao consumo e com ela, abastecer uma determinada população (LIBÂNIO, 2010).

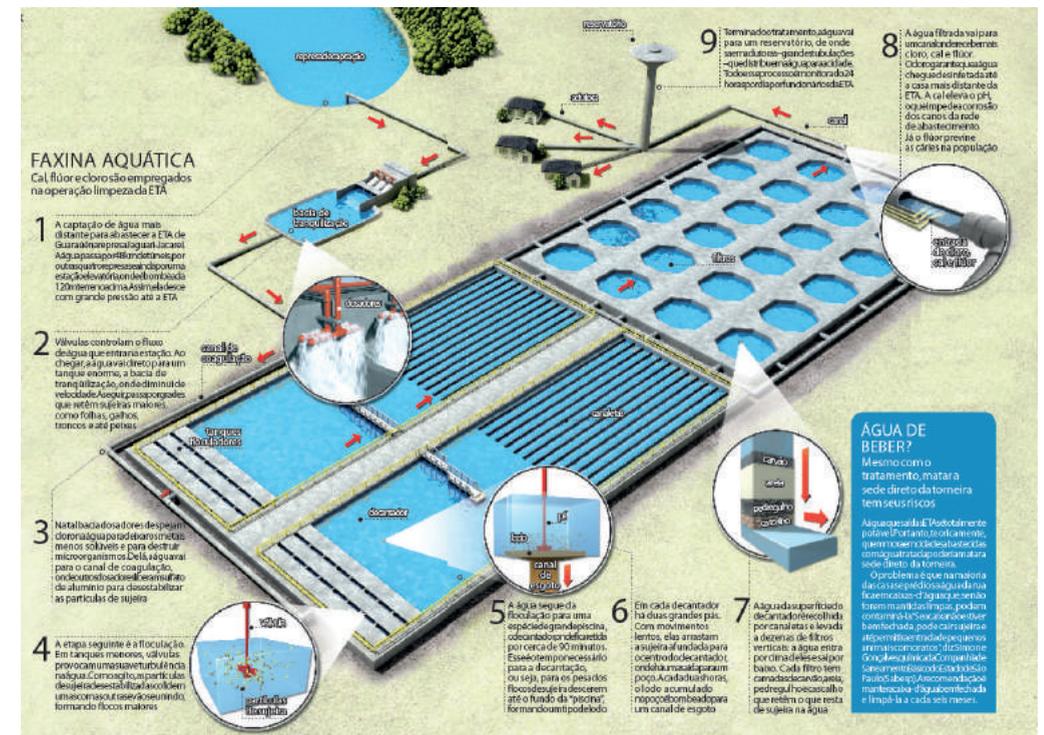
A água bruta é captada em rios ou represas, sendo aqueles que possam suprir a demanda hídrica para a região atendida (população e indústria).

Segundo Flávia Vasconcelos (2018), do site Esquadrão do Conhecimento, para que possamos utilizar produtos de limpeza, cozer alimentos, realizar a assepsia, dentre outras ações, a água deve preencher condições mínimas para que possa ser ingerida ou utilizada para fins higiênicos, o que se consegue por meio dos processos de uma estação de tratamento. Os padrões de qualidade são estabelecidos na Portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011, do Ministério da Saúde.

De acordo com a Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul – Sanesul e COMUSA – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo, a água potável é aquela que foi tratada,

limpa e descontaminada; desta forma não apresentará risco à saúde. Ao longo das etapas de tratamento, esta água fica isenta de contaminação, o que inibe as doenças.

Antes que a água seja distribuída, ela é tratada, passando por nove etapas: captação, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração, fluoretação, reservação e distribuição.



Modelo de ETA com suas nove etapas.

Fonte: Planeta Sustentável.

Na Tabelas 1 a 4 são apresentados dados do abastecimento urbano de água, fornecidos pela Agência Na-

cional de Águas (ANA) no estado de MG, e no Brasil

**Tabela 1.** Soluções propostas e investimentos

Unidade da federação	Demanda 2025 (m <sup>3</sup> /s)	Nº de Municípios que requerem investimento	Investimento total em Abastecimento de Água (R\$ milhões)
MG	55,6	424	890,30
BRASIL	630,4	3.069	22.233,36

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2010

**Tabela 2.** Mananciais e Sistemas

Unidade da federação	Sistema isolado		Sistema integrado
	Manancial superficial/ misto	Manancial subterrâneo	
MG	649	169	35
BRASIL	2.655	2.073	795

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2010

**Tabela 3.** Demandas em 2015

Unidade da federação	Total de municípios estudados	Demanda 2015 (m <sup>3</sup> /s)
MG	853	50,5
BRASIL	5.565	570,2

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2010

**Tabela 4.** Avaliação oferta/demanda 2015

Unidade da federação	Abastecimento satisfatório	Requer investimento	
		Ampliação de Sistema	Novo Manancial
MG	430	407	16
BRASIL	2.506	2.551	472

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2010

## CONCLUSÃO

A qualidade da água e a qualidade de vida dos seres vivos andam juntas. Por isso, só haverá população vivendo em boas condições se a água também estiver em condições de consumo. Desse modo, cuidar bem da água é cuidar bem das gerações futuras, um dos pressupostos mais importante do Desenvolvimento Sustentável. Tales de Mileto (624-546 a.C.) enfatiza isso quando diz: “A água é o princípio de todas as coisas”.

A ETA é um dos melhores mecanismos de sustentabilidade socioambiental. Para que este mecanismo seja perfeito, as cidades precisam ter bons sistemas de captação, tratamento e distribuição da água à população.

O processo de tratamento da água que ocorre nas estações precisa estar em constante atualização tecnológica, com investimentos que garantam a

qualidade hídrica e a destinação do recurso ao maior número de residências possível.

É possível identificar diversos benefícios de uma ETA, e podem ser citados: (1) garantia de economia com o reaproveitamento da água utilizada o que reduz o consumo de água; (2) eliminação de substâncias nocivas ao ser humano com o tratamento da água; (3) redução do impacto ambiental para a sociedade e para a natureza. Portanto, trata-se de uma medida inteligente e eficaz.

O lema da Educação Ambiental é “pensar global e agir local”, dessa forma, a conservação da água – o recurso natural mais importante da humanidade – deve ser feita na própria localidade, utilizando de mecanismos sustentáveis, entre os quais, sem dúvida, deve constar a Estação de Tratamento de Água.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **dados por estado**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/ResultadosEstado.aspx>>. Acesso em: agosto de 2018.

CIDADE, Fernanda Cabral. Água para beber: uma análise socioambiental da água para consumo humano em vilas indígenas do Alto Solimões – Amazonas. Universidade Federal do Amazonas. 2017. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6156#preview-link0>> Acesso em: agosto de 2018.

COMUSA – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo. **TRATAMENTO DE ÁGUA**. 2017. Disponível em: <<http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>>. Acesso em agosto de 2018.

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Tratamento da Água**. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agua-de-qualidade/tratamento-da-agua>>. Acesso em: julho de 2018.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, 2011.

SAE TAPARUBA – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE TAPARUBA. **ETAPAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)**. Disponível em: <<http://www.saaetaparuba.com.br/servi%C3%A7os/etapas-de-tratamento-da-agua/>>. Acesso em 27 ago. 2018.

SANESUL - EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL. **TRATAMENTO DE ÁGUA**. Disponível em: <<http://www.sanesul.ms.gov.br/tratamento-de-agua/>>. Acesso em 27 ago. 2018.

VASCONCELOS, Flávia. **Estação de tratamento de água (ETA)-etapas**. Disponível em: <<https://esquadraodoconhecimento.wordpress.com/ciencias-da-natureza/quim/estacao-de-tratamento-de-agua-eta-etapas/>>. Acesso em: julho de 2018.

## ESTUDO SOBRE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: UMA EXPLANAÇÃO SOBRE VALOR AMBIENTAL E PERSPECTIVAS PARA PROTEÇÃO EFETIVA DO RECURSO

CRUZ, Eloisa Maria<sup>9</sup>; VALLIM, Davi Rocha<sup>10</sup>; RESENDE, Eduardo Costa<sup>10</sup>; SILVA, NAVEGA, Mariana Rosa<sup>10</sup>; NEVES FILHO, Antonio Otto<sup>10</sup>

### RESUMO

Água subterrânea é toda a água localizada no subsolo terrestre, preenchendo os poros, as fraturas, fissuras, entre demais espaços que compõem os segmentos rochosos, desempenhando um papel fundamental na manutenção das demais variações de reserva dos recursos hídricos, abrangendo desde umidade do solo a grandes rios e seus afluentes. As águas subterrâneas compõem uma reserva de água doce de dimensões incomparáveis, se apresentando como uma possibilidade de resolução para as crises hídricas enfrentadas constantemente em toda a sociedade mundial. Este estudo visa conceituar a situação das águas subterrâneas brasileiras e exemplificar condutas que auxiliam na degradação constante dessas reservas hídricas. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, consistindo na construção de uma análise ampla da literatura, contribuindo para discussões sobre métodos e resultados de pesquisas, assim como reflexões sobre a realização de futuros estudos. O propósito inicial deste método de pesquisa é obter um profundo entendimento de um determinado fenômeno baseando-se em estudos anteriores. A partir da análise de artigos constata-se a importância das águas subterrâneas reiterando o foco do trabalho de atentar ao fato de que as águas subterrâneas são um bem importantíssimo para o país. Dessa maneira a contaminação desses recursos é algo cada vez mais preocupante e a necessidade de proteção do recurso se mostra cada vez mais importante.

**Palavras-Chave:** Água Subterrânea. Hidrogeologia. Preservação. Recurso Hídrico.

### ABSTRACT

*Groundwater is all the water located in the ground subsoil, filling the pores, fractures, cracks, among other spaces that makeup the rocky segments, playing a fundamental role in the maintenance of water resources, ranging from soil moisture to great river sand their tributaries. Ground water makes up a fresh water reservoir of unparalleled dimensions, presenting itself as a possible solution to the water crises that are constantly being faced throughout world society. This study aims to conceptualize the situation of Brazilian groundwater and to exemplify situation that help in the constant degradation of these water reserves. It is an integrative review of the literature, consisting of the construction of a broad literature review, contributing to discussions about methods and results of research, as well as reflections on future studies. The initial purpose of this research method is to obtain a deep understanding of a particular phenomenon based on previous studies. From the analysis of articles, the importance of groundwater is confirmed, reiterating the focus of the work of looking at the fact that groundwater is a very important resource for the country. In this way the contamination of these resources is something increasingly present and the need to protect their source is increasingly important.*

**Keywords:** Groundwater. Hydrogeology. Preservation. Hydric Resource.

<sup>9</sup> Alunos do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel. E-mail: elomary2001@gmail.com

<sup>10</sup> Professor-orientador do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel Mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos pela Universidade Vale do Rio Verde – UninCor. E-mail: eng.antonio@outlook.com



Alunos da segunda série do ensino médio, 2018, Colégio Universitário de Aplicação da UninCor.  
Fotos: Cristiano Sávio / AssCom Colégio de Aplicação.

## INTRODUÇÃO

As águas são um bem essencial a vida, logo isto por si só justifica o empenho em assegurar sua qualidade e disponibilidade.

Além das águas superficiais que o Brasil possui, existe porções consideráveis deste recurso sob o solo. As águas subterrâneas são importantes reservas nacionais, e dentre os aquíferos, formações que abrangem essas águas, no Brasil, destaca-se como um dos mais conhecidos o aquífero Guarani, o qual dois terços pertencem ao território nacional e um terço fica dividido com Argentina, Paraguai e Uruguai (SILVA, 2011).

Quanto a interferência do tipo de solo, Casarini *et al.* (2001) orientam que a composição destas águas varia das mais diversas formas, sendo essas diferenciações resultado dos tipos de formação rochosa que compõem os reservatórios de água, além de fatores externos, como incidência de chuvas, contaminação química do solo, entre outros. Há também envolvida a capacidade de filtragem conforme o solo, sendo ela limitada e logo não sendo capaz de evitar alguns contaminantes.

Casarini *et al.* (2001) ainda expõem que pelas águas subterrâneas estarem em poros, fraturas ou outros espaços do solo, completamente preenchidos por elas, o que ocorrer no solo influenciará nestas águas.

Granziera e Granziera (2014) expõem o fato das águas subterrâneas serem menos conhecidas que as superficiais; logo, há a necessidade

de se debater os meios de assegurar os aquíferos brasileiros, uma vez que representam um grande potencial de garantir o abastecimento hídrico e de qualidade para consumo humano.

De acordo com Zoby (2008) ainda há uma carência de estudos desse recurso hídrico em escala regional. Essas falhas nas pesquisas e na proteção para com esses recursos possibilitam práticas de captação ilegal, que por consequência agridem o ecossistema hidrológico.

Neste sentido, este trabalho visa conceituar a situação das águas subterrâneas brasileiras e exemplificar condutas que auxiliam na degradação constante dessas reservas hídricas, tendo em vista buscar a preservação desse recurso de valor incalculável.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (2018) define como água subterrânea aquela que se encontra abaixo da superfície terrestre, de modo a preencher poros, vazios intergranulares de rochas sedimentares, fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, sendo essas águas submetidas a força de adesão e ação da gravidade, exercendo a manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos.

Ainda conforme a ABAS (2018), as formações geológicas permeáveis que permitem o acúmulo de água subterrânea são chamadas de aquíferos e são classificadas em três tipos: fraturado, poroso e cárstico.

Como explica a ANA – Agência Nacional de Águas (2018), os aquíferos podem ser entendidos como um reservatório abaixo do solo, que armazena a água das chuvas, e assim alimenta os rios, auxiliando na manutenção de seus volumes hídricos, isto é, impedem que sequem na estiagem.

Devido a tais reservas serem relativamente fartas e representarem expressiva parcela da água utilizada, tanto para consumo humano quanto para as práticas agrícolas, e outras atividades, é necessário que tal recurso seja monitorado (ANA, 2018).

As águas subterrâneas apresentam vantagens em relação a águas dos rios, tais como serem filtradas e purificadas naturalmente (processo de percolação), recebem menos influência das variações climáticas, possuem temperatura constante, possuem menores custos como fonte de água, bem como possibilitarem implantação de projetos de abastecimento (WREGG, 1995).

Zoby e Matos (2002) citam que as águas subterrâneas são utilizadas desde o início da colonização no Brasil, quando na expansão para o interior, elas eram captadas por meio de cacimbões ou poços rasos, sendo fundamentais no abastecimento da população.

De acordo com Zoby (2008) a água subterrânea é explorada de forma intensa no Brasil, de maneira que a água provinda de poços e fontes tem sido utilizada para variadas finalidades tais como o consumo humano, práticas

agrícolas (principalmente irrigadores), atividades industriais e lazer.

Para Leal (1999), alguns fatores que acabaram por desencadear um aumento na exploração e usufruto das águas subterrâneas foram a crescente demanda de energia elétrica e a contaminação das águas superficiais.

Zoby (2008) referencia que as fontes de contaminação das águas subterrâneas são várias, dentre elas destaca-se a construção dos poços. A adequada construção do poço é um processo essencial para que haja qualidade no recurso captado, eficiência total da operação do poço e a exploração do aquífero. Esse procedimento padrão encontra-se regulamentado em duas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Segundo Zoby (2008), no país, o aumento do uso de recursos hídricos subterrâneos foi acompanhado da ampliação de poços construídos de modo inadequado. Esse procedimento fora dos padrões técnicos acaba por criar uma conexão entre águas mais rasas, mais suscetíveis à contaminação, com águas mais profundas.

Entre os principais fatores que podem representar risco de contaminação das águas subterrâneas durante a construção dos poços, destacam-se a proximidade com pontos contaminantes da água como redes de esgoto, postos de gasolina e aterros sanitários e não desinfecção do poço após a construção.

Na construção dos poços rasos é necessário o acabamento da parte

superior, que tem a função de vedar o poço, protegendo o aquífero. Outro ponto de propensão a contaminação é a deposição de esgotos elixo.

Este fenômeno gera impactos e influencia diretamente a qualidade da água subterrânea. A falta de saneamento representa um risco às águas subterrâneas pela infiltração das áreas de descarte de resíduo. Esta situação é expressamente complexa nas cidades em que há uma alta densidade populacional.

O impacto do lançamento de esgotos sobre a qualidade das águas subterrâneas pode ser percebido através de concentrações de nitrato fugindo a normalidade e do aparecimento de bactérias patogênicas e vírus.

Quanto aos resíduos sólidos, em relação a situação ambiental e de preservação das reservas hídricas subterrâneas, o problema mais importante é a questão do chorume provindo do lixo. O chorume é um líquido negro formado por compostos orgânicos e inorgânicos. A infiltração do chorume contamina o solo e pode atingir a água subterrânea. Os impactos do chorume sobre os aquíferos foram analisados em algumas áreas do Brasil e indicaram altas concentrações de contaminação biológica nas águas (COSTA, 2004).

Zoby (2008), diz ainda que o desenvolvimento da agricultura no país, nas duas últimas décadas, está diretamente relacionado ao aumento da área cultivada e da produtividade. A este último fator está associado o uso de fertilizantes e agrotóxicos.

Os nutrientes exigidos pelas culturas são o nitrogênio, fósforo e potássio. Entre estes, o nitrogênio é o que apresenta impacto mais agravante sobre as águas subterrâneas, afetando as águas principalmente na forma de nitrato.

Faz-se necessário apontar que a ferramenta da outorga do direito de uso da água é o instrumento capaz de garantir a manutenção da sustentabilidade e proteção dos aquíferos e a qualidade da captação da água subterrânea (ZOBY, 2008).

De acordo com a Constituição Federal, autorização para o uso de águas subterrâneas e a gestão destas, inclusive para a perfuração de poços, são competências dos estados (ANA, 2018). Quanto a dominialidade das águas subterrâneas, o Ministério de Meio Ambiente – MMA (2018) diz que mesmo pertencendo aos estados seu domínio, devido a necessidade de uma gestão integrada, além de muitas vezes os reservatórios avançarem em mais de um estado ou país, as mesmas estão sendo tratadas na forma de um programa nacional.

Neste contexto insere-se o Programa Nacional de Águas Subterrâneas (PNAS) dividido em três subprogramas, ampliação do conhecimento hidrogeológico básico, que é subdividido em estudos e projetos para aquíferos de abrangência entre fronteiras e interestadual; estudos e projetos em escala local; e o monitoramento qualitativo das águas subterrâneas, Desenvolvimento dos Aspectos Institucionais e Legais concebidos com

vistas à promoção da gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, englobando efetivamente o componente das águas subterrâneas e Capacitação, Comunicação e Mobilização Social que prevê a inserção da temática das águas subterrâneas no desenvolvimento de capacidades, bem como a promoção de capacitação específica em águas subterrâneas (MMA, 2018).

Devido ao crescimento exacerbado da construção de poços tubulares e das atividades humanas, que contaminam os aquíferos, a situação da qualidade da água subterrânea se torna cada vez mais prioritária para o gerenciamento dos recursos hídricos no país (ZOBY, 2008).

Uma vez poluídas ou contaminadas, as águas subterrâneas demandam um elevado dispêndio de recursos financeiros e humanos para sua remediação, o que de modo geral é atingido ao final de vários anos. Desta forma, devem ser tomadas medidas preventivas para sua proteção, associadas ao controle de poluição como um todo, definindo-se critérios de qualidade iniciando-se pelo estabelecimento de Valores Orientadores. (CETESB, 2018).

Convenções e declarações, como a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Agenda 21 identificam a participação com o objetivo de melhorar o gerenciamento de recursos e permitir que indivíduos e/ou grupos participem livre e igualmente da gestão. Para os recursos hídricos, espera-se uma melhoria na gestão

porque é um ponto complexo e envolve muitas pessoas com interesses e opiniões diferentes (CARR, 2012).

## MATERIAL E MÉTODOS

Considerando o objetivo do estudo optou-se por revisão integrativa da literatura que consiste na construção de uma análise ampla da literatura, contribuindo para discussões sobre métodos e resultados de pesquisas, assim como reflexões sobre a realização de futuros estudos.

A coleta de dados foi realizada a partir de fontes secundárias, por meio de levantamento bibliográfico pelos autores. A pesquisa bibliográfica é uma das melhores formas de iniciar um estudo, buscando-se semelhanças e diferenças entre os artigos levantados nos documentos de referência.

Para o levantamento dos artigos na literatura, realizou-se uma busca nas bases de dados do Scielo.

Foram utilizados, para busca dos artigos, os seguintes descritores e suas combinações na língua portuguesa: “Águas Subterrâneas”. Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram: artigos publicados em português nos períodos referentes a 2013 a 2018; artigos na íntegra que retratassem a temática referente à revisão integrativa e artigos publicados e indexados no referido banco de dados nos últimos cinco anos.

Foram obtidos 36 artigos, sendo que desses somente 23 apresentavam relação direta com o assunto do

estudo, de forma que os demais tendiam a outras áreas, tais como saúde populacional.

A análise dos estudos selecionados foi realizada por meio da síntese dos dados extraídos dos artigos e foi realizada de forma descritiva, possibilitando observar, contar, descrever e classificar os dados, com o intuito de reunir o conhecimento produzido sobre o tema explorado na revisão.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise de material bibliográfico composto por 23 artigos foi observada e realizada a seguinte divisão:

Oito artigos enfocaram a questão da hidrogeologia, destacando subtemas como a Recarga de recursos, Vulnerabilidade, Geoestatística, Fluxo subterrâneo e Recarga de aquíferos freáticos.

Outros oito artigos focaram no tema de Contaminação, que se subdividiu em tópicos como Investigação geoambiental, Agrotóxicos Herbicida, Salinização, Irrigação e Técnicas de manejo.

Os últimos sete artigos analisados tomaram como tema a Preservação, que tinha como pontos principais as temáticas; Proteção, Direito de integridade, Biorremediação, Qualidade da água e remediação.

A partir dessa revisão integrativa tornou-se visível a importância das águas subterrâneas em uma sociedade, a necessidade de preservação e o já existente, ciclo vicioso de degradação desse recurso hídrico.

## CONCLUSÃO

A partir da análise de material bibliográfico e diversos relatos de pesquisas científicas e seus consequentes resultados, além do acesso as agências nacionais e internacionais de preservação de recursos hídricos evidenciou a necessidade de preservação das águas subterrâneas e uma fiscalização mais eficaz por parte do poder público e da própria população para com a contaminação do solo, que influencia diretamente na qualidade dessas águas.

Tomando como ponto de partida o fato de que a cada dia as águas superficiais do Brasil se mostram mais e mais contaminadas, escassas e inapropriadas para consumo, as águas subterrâneas novamente se mostram como um recurso importante e cada vez mais necessário à manutenção da vida e bem-estar humano.

Durante a pesquisa, outro ponto que se destacou entre a fala de muitos estudiosos foi a longa trajetória histórica existente entre o brasileiro e as águas subterrâneas, evidenciando o fato de que mais do que uma questão de segurança nacional quando se pensa no futuro do país, esse recurso é e sempre foi algo presente e necessário na vida da população brasileira.

## REFERÊNCIAS

- ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, **Educação em Águas Subterrâneas**. Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php#ind13>> 2018.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Água Subterrânea**. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/>

[regulacao/saiba-quem-regula/aguas-subterraneas/aguas-subterraneas](http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/)> Acesso em: setembro de 2018.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, **Programa Nacional de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/programa-nacional-de-aguas-subterraneas.html>> Acesso em: setembro de 2018.

CARR, G. et al. **Evaluating participation in water resource management: A review**. Water Resources Research; 48, 2012.

CASARINI, D. C. PINATTI II. DIAS, CLAUDIO LUIZ III. LEMOS, MARA MAGALHÃES GAETA. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo** / -- São Paulo: CETESB, 2001. 73 p. + ap.: il.; 30 cm. -- (Série Relatórios Ambientais)

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Poluição das águas subterrâneas**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>> Acesso em: setembro de 2018.

COSTA, Walter Duarte. CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA POR RESÍDUO SÓLIDO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE-MG. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 2004.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado; GRANZIERA, Beatriz Machado. **Desafios na gestão das águas subterrâneas**, 2014.

LEAL, A.S. **As águas subterrâneas no Brasil: ocorrências, disponibilidades e usos**. In: Estado das Águas no Brasil –

1999: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos, SIH/ANEEL/MME; SRH/MMA, 1999. p 139 –164.

SILVA, Paulo César Alves da. **Reserva Hídrica: Aquífero Guarani e seu uso sustentável**. 2011.

WREGGE, N. **Termos hidrogeológicos básicos**. 1995. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Termos-Hidrogeologicos-Basicos-631.html>> Acesso em julho de 2018.

ZOBY, José Luiz Gomes. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil (qualidade da água; Brasil)**. Revista Águas Subterrâneas (ABAS), V. 2008.

ZOBY, J.; MATOS, B. 2002. Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 12, Florianópolis: ABAS. CD-ROM

## ESTUDO DOS MÉTODOS MAIS COMUNS DE REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA

MATTOS, Ana Vitória Chagas<sup>11</sup>; SLIACHTICAS, Michel de Sousa<sup>12</sup>; SOUZA, Ana Clara Prado Pereira de<sup>12</sup>; COLACINO, Natália Machado<sup>12</sup>; NEVES FILHO, Antonio Otto<sup>12</sup>

### RESUMO

A água cinza é o efluente que tem origem nas máquinas de lavar, chuveiros e pias de banheiros e a água preta é o efluente oriundo de vasos sanitários e da cozinha, pois contém uma alta concentração de compostos orgânicos. As duas compõem o esgoto doméstico, porém se diferenciam pelo local de geração, pelos tipos de compostos e a concentração destes; o que define o grau de tratamento para que o reuso seja feito. Há uma grande diversidade de tratamentos para o reuso destas águas, como os tratamentos físicos, físico-químicos e os sistemas biológicos. Baseando-se no conhecimento dessas diferenças e processos, buscou-se identificar a importância do reuso e reciclagem da água para a indústria, construção civil e população. Neste trabalho, descreve-se ainda, as tecnologias mais usadas no Brasil, comparando também com inovações de outros países. Para que a reutilização da água seja eficaz, é necessária conscientização e aceitação por parte da população, trabalho este que ainda precisa de um grande empenho por parte dos governantes e formadores de políticas públicas.

**Palavras-Chave:** Água Cinza. Água Preta. Água de Reuso. Tratamentos. Tecnologias.

### ABSTRACT

Gray water is the effluent that comes from washing machines, showers and bathroom sinks, and black water is the effluent from sanitary ware and from the kitchen because it contains a high concentration of organic compounds. The two compose the domestic sewage, but they differ by the place of generation, by the types of compounds and the concentration of these; which defines the degree of treatment for reuse to be made. There is a great diversity of treatments for the reuse of these waters, as the physical, physical-chemical treatments and biological systems. Based on the knowledge of these differences and processes, it is sought to identify the importance of water reuse and recycling for industry, construction and population. In this work, the most used technologies in Brazil are also described, comparing also with innovations from other countries. In order for water reuse to be effective, awareness and acceptance by the population is necessary. This work still needs a great effort of government officials and public policy makers.

**Keywords:** Gray water. Black water. Reuse water. Treatments. Technologies.

<sup>11</sup> Alunos do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel. E-mail: anavitoriachagasmattos@hotmail.com

<sup>12</sup> Professor-orientador do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel Mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos pela Universidade Vale do Rio Verde – UninCor. E-mail: eng.antonio@outlook.com



Alunos da segunda série do ensino médio, 2018, Colégio Universitário de Aplicação da UninCor.

Fotos: Cristiano Sávio / AssCom Colégio de Aplicação.

## INTRODUÇÃO

Reuso, reciclagem, ou reaproveitamento da água é a denominação para todas as formas de reaproveitamento simples, antes da sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local. Este conceito não é recente, sendo praticado por várias culturas há muito tempo. Porém, a demanda crescente por água tem feito do reuso um tema atual e de grande relevância, levando-se em conta que o planeta é predominantemente coberto por água, mas uma fração mínima é de água doce, e estas retidas geleiras e na forma de neve, resta então uma pequena parcela de águas superficiais para as atividades humanas.

Considera-se, portanto, o reuso de água como parte de uma atividade ainda mais importante, que é o uso racional ou eficiente da água, controlando perdas e minimizando desperdícios e produção de efluentes. O reuso reduz a demanda sobre os mananciais de água. Dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados quando se utiliza água de qualidade inferior, para atendimento de diversas demandas (CETESB, 2018). Esses usos podem ser perfeitamente cobertos pelo reuso ou por água reciclada. O reuso de água consiste no reaproveitamento de determinada água que já serviu para alguma atividade humana (MORELLI, 2005).

Ao se fazer a reutilização da água, independente de se tratar de uma empresa ou consumidor direto, toda a sociedade é beneficiada. Porém esse reuso dependerá da qualidade físico-

química para sua correta destinação, isto pois, existe o cuidado com as contaminações (CROOK, 1993).

Reutilizar a água gera benefícios também porque, além de reduzir a demanda nas águas de superfície e subterrâneas, protege o meio ambiente, economiza energia, reduz investimentos em infraestrutura e melhora os processos industriais. Atualmente vários países dividem a água em quatro fontes principais: a superficial, as subterrâneas, a de chuva e a de reuso.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT 15527 (2007) que dispõe sobre as águas de chuva, aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis; têm-se que é benéfico o uso de águas cinzas (tratadas) para finalidades não potáveis, sendo assim uma alternativa promissora e que deve ser incentivada.

Conforme o Portal São Francisco (2018), as águas residuais são as águas descartadas, provindas da utilização para divergentes processos. Exemplos destas águas são:

- Águas residuais domésticas: oriundas de banhos, cozinhas e lavagens de pavimentos domésticos.
- Águas residuais industriais: oriundas de processos de fabricação.
- Águas de infiltração: provindas da infiltração nos coletores de água nos terrenos.
- Águas urbanas: oriundas de chuvas, lavagem de pavimentos, regas, entre outros.

As águas residuais transportam uma quantidade significativa de materiais poluentes, e a não retirada destes prejudica qualidade das águas dos rios, comprometendo a fauna, flora e todas as outras utilizações que são dadas a estes meios, como a pesca, a navegação, entre outros.

## TIPOS DE REUSO

Segundo o Portal São Francisco (2018), o reuso deste recurso hídrico pode ser realizado direta ou indiretamente, em função de ações planejadas ou não planejadas:

- **Reuso indireto não planejado:** o reuso indireto não planejado acontece quando a água, após o uso e manuseio antrópico, é novamente despejada no meio ambiente e reunida a jusante, após ser diluída, de maneira involuntária e descontrolada. A água, até chegar ao seu destino final (ponto de captação), para ser utilizada de novo, está submetida à ações naturais do ciclo hidrológico, como a diluição e autodepuração.
- **Reuso indireto planejado:** o reuso indireto planejado da água ocorre quando os efluentes, após passarem por processos de tratamento, são despejados em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos, de maneira planejada e controlada, sendo reunidos a jusante, para no suprir usos benéficos. Esta forma de reuso prevê, também, o controle sobre as novas descargas de efluentes que podem ocorrer no trajeto, promovendo a segurança

de que o efluente tratado será submetido apenas a misturas com outros efluentes que também se qualifiquem para atender ao reuso.

- **Reuso direto planejado da água:** o reuso direto planejado da água se realiza quando os efluentes tratados são diretamente descarregados em seu ponto de descarga até o local onde será reusado, evitando-se estritamente que estes sejam descarregados no meio ambiente. Esta situação ocorre com mais frequência, e este tipo de reuso é feito na indústria ou na irrigação (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

## ONDE A ÁGUA REICLADA PODE SER USADA?

A água reciclada pode suprir inúmeras situações antrópicas que não exijam um alto grau de qualidade, tais como:

- **Irrigação paisagística:** este tipo de água pode regar, por exemplo, parques, gramados de universidades e gramados residenciais e esportivos.
- **Irrigação de campos para cultivos:** a água reciclada pode regar plantas fibrosas, de grãos, alimentícias e/ou ornamentais.
- **Usos industriais:** o reuso deste recurso hídrico pode servir a indústria, por exemplo, nos processos de refrigeração e alimentação de caldeiras.
- **Usos urbanos não potáveis:** a reutilização das águas serve a esfera urbana e antrópica em situações como no combate ao fogo, nas

descargas sanitárias, sistemas de ar condicionado, lavagem de veículos, ruas e pontos de ônibus.

- **Finalidades ambientais:** na esfera ambiental, a reciclagem da água



Reuso da água de lavagem de roupas  
Fonte: eCycle, 2018.

serve para aumento de vazão em cursos hidrológicos, para a aplicação em pântanos e terras alagadas, e para a indústria da pesca (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

naturalmente ao longo de seu ciclo hídrico, porém isto nem sempre é suficiente para depurá-la efetivamente.

Ainda segundo o autor, conforme pesquisa da Universidade da Malásia, somente as primeiras águas oriundas das chuvas tem um nível maior de acidez, microrganismos e outros poluentes atmosféricos. Assim, algum tempo após o início da chuva, as águas apresentam características de água destilada, assim, pode ser coletada em reservatórios fechados.

Para que seja usada por humanos e também como água potável, esta água pluvial deve ser filtrada e clorada. Este tipo de água sofre uma destilação

natural, eficiente e gratuita. Este tipo de reutilização é efetiva para atender o ambiente rural, chácaras, condomínios e indústrias. O reuso é uma alternativa extremamente vantajosa para as indústrias, pois elas sofrem com o alto custo da água (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

## TECNOLOGIAS DE REUSO DA ÁGUA NO BRASIL E NO MUNDO

Um exemplo que se tem de projetos de reuso em grande escala é no bairro de Rouse Hill, em Sidney, Austrália. Com capacidade para 300 mil pessoas, foi implantado um sistema de reuso de água com o principal intuito de reduzir o impacto ambiental da descarga de esgoto no rio Hawkesbury, na vizinhança do bairro. Com tal sistema, estima-se uma economia de 40% no volume de água, sendo que neste caso, o valor da água de reuso é menos de um terço da água potável (Law, 1996).

Chahin, Figueira Netto e Messuti (1999), confeccionaram um projeto que visava instalar em um edifício residencial um sistema de reuso da água do banho, lavatório e lavagem de roupas, sendo que enviaria tal água captada para ser usada em descargas sanitárias, rega de jardins e limpeza de pátios e carros. Para isso, os autores, previam o uso de uma caixa de gordura, a ser instalada na garagem, para remover gorduras, óleos e ácidos graxos; uma filtração para remoção de partículas; e a desinfecção (utilizando cloro) para então ir para o armazenamento.

Viotto (2001) aborda que, em São Paulo, o Movimento Habitacional Casa Para Todos realizou a implantação de sistemas de reuso em prédios residenciais, sendo este basicamente feito com filtração e desinfecção. Neste caso, houve o impasse da aceitação dos moradores, ainda que fossem apresentados os laudos de análises da água.

## USO DE DISPOSITIVOS

Para Hafner (2007) a implantação e uso de dispositivos é uma importante forma para a redução do desperdício de água e tem uma grande aceitação pela população. O uso desses equipamentos faz com que independentemente do grau de conscientização do usuário, sempre ocorrerá a economia de água, isto de modo automático.

Ainda conforme a autora, o mercado nacional, oferece equipamentos como os de fechamento automático e sensores de presença. Vem sendo crescente a diversidade de modelos projetados pelos fabricantes a fim de atender às diversas características e exigências do usuário.

Hafner (2007), ainda expõe alguns equipamentos que atendem a finalidade de economia de água:

- **Arejador de vazão constante:** acessório que é instalado na saída da água da torneira e que força uma mistura entre ar e água, assim evitando que se perca com dispersão de jatos, espirros e respingos de água. Em geral, arejadores geram uma vazão constante de 6 L/min.



Arejador de vazão constante  
Fonte: eCycle, 2018.

- **Pulverizador de vazão constante:** Também é instalado na saída da torneira, visando assim criar pequenos feixes de água em um jato semelhante ao que se tem nos chuveiros. A vazão é entre 0,06 L/s e 0,12 L/s.
- **Torneiras de fechamento automático:** Destinam-se para os banheiros públicos e são encontradas em dois modelos, de pressão ou com sensor. A primeira é acionada após ter seu gatilho comprimido, liberando assim a água que após alguns instantes, fecha automaticamente.



Torneira de fechamento automático  
Fonte: SalvaCenter, 2018.

- **Torneira de sensor ou eletrônica:** por meio de sensores, este modelo percebe a aproximação do usuário e assim libera o fluxo d'água, sendo o mesmo suspenso com o afastamento do usuário.



Torneira com sensor  
Fonte: C&C 2018.

- **Válvula de descarga com duplo acionamento:** focada em atender a residências, essas válvulas liberam dois volumes diferentes de água conforme seu acionamento, um de menor vazão (3,5 L) para dejetos líquidos e a vazão completa que se destina aos sólidos. Hoje podem ser encontrados modelos difundidos na Europa que geram economia média de 50 a 75% em relação à descarga convencional.



Válvula de descarga com duplo acionamento  
Fonte: DOCOL, 2018.

- **Vaso sanitário a vácuo:** neste modelo, ao ser acionada a descarga, exerce-se uma diferença de pressão. Esta por sua vez é responsável pela sucção dos efluentes e os destina à central e, simultaneamente, um jato de água higieniza o vaso sanitário. O contraponto é o custo do sistema e a manutenção necessária.



Vaso sanitário a vácuo  
Fonte: LATTUFE, 2018.

- **Bacia sanitária com caixa acoplada e alimentação do lavabo:** modelo muito utilizado nos banheiros públicos do Japão. Para esta bacia, a descarga utiliza da água recolhida no fundo do lavabo é destinada e armazenada dentro da caixa do vaso para o próximo uso da descarga. Desse modo, o sistema aproveita a água do lavabo para a descarga, reduz o volume de esgoto gerado, além da economia de dinheiro. Pode-se citar como desvantagens o risco de entupimento ou de proliferação de bactérias (já que não ocorre tratamento da água no processo)

## METODOLOGIA

Este estudo baseou-se em levantamento e revisão bibliográfica, realizada entre março e agosto do corrente ano. Para tanto foram consultados sites confiáveis na Internet. A pesquisa dos artigos foi realizada nos sites SCIELO, Google Acadêmico, Portal São Francisco, CETESB, SEBRAE, entre outros.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A água é de extrema importância para a vida, sendo ela uma parcela considerável do organismo humano, logo a ingestão de água tratada é essencial para a conservação da saúde. Tal bem, vem sendo usado de modo não correto, tendo assim um grande desperdício desse recurso. A deterioração hídrica por diferentes poluentes é outro fator alarmante, pois nos rios

são despejados esgotos, efluentes industriais, resíduos hospitalares, agrotóxicos, dentre outros elementos que alteram as propriedades físico-químicas da água

Tendo em vista essa realidade, os resultados encontrados neste estudo sugerem que o aumento do carreamento, do desperdício e da contaminação de recursos hídricos, motiva a busca por alternativas que minimizem a ação antrópica negativa na esfera ecológica, visando meios que amplifiquem o reuso da água, e comprovem as vantagens do reaproveitamento. Os benefícios da esfera financeira não se comparam aos que a esfera ambiental obterá. Patenteou-se, sobretudo, que a sociedade deve mobilizar-se como um todo para educar, ensinar e praticar o uso racional, consciente e eficiente da água, conservando e protegendo um recurso que é de toda a humanidade.

## CONCLUSÃO

O reuso da água mostra-se uma necessidade no mundo atual, uma vez que o consumo de água tem aumentado consideravelmente com o crescimento da população e demanda da mesma. Dentre as várias opções de tratamento, desde métodos mais simples, até os mais complexos, nota-se a grande importância da preservação dos recursos hídricos de nosso planeta e da reutilização da água para atividades que não exijam potabilidade tais como, rega de jardins, lavagem de pisos e automóveis, uso em descargas

sanitárias e em diversos processos da indústria e da agropecuária. Além disso, há uma grande necessidade de diminuir o impacto ambiental causado pela descarga de esgoto nos rios. Para que a reutilização da água seja eficaz, primeiramente é necessária conscientização e aceitação por parte da população, trabalho este que ainda precisa de um grande empenho por parte dos governantes e formadores de políticas públicas.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527**: Água de chuva, Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. 2007.

CETESB. Águas Interiores - **Reuso da Água**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

CHAHIN, R. R.; FIGUEIRA NETTO, C. A. M. e MESSUTI, E. **Sistema de Reaproveitamento de Água para Edificações**. Trabalho V-053. Anais do 20o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1999.

CROOK, James. **Crerios de qualidade da água para reuso**. Revista DAE, v. 53, n. 174, p. 10-5, 1993.

ECYCLE. Água de Reuso e Aproveitamento de Água da Chuva: quais as diferenas? Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/2629-agua-de-reuso-aproveitamento-de-agua-da-chuva>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

ESTADÃO. Indústria reduz custos com reuso. Disponível em: <<https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,industria-reduz-custos-com-reuso,342625>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

HAFNER, Ana Vreni. **Conservação e Reuso de Água em Edificações experiências nacionais e internacionais**. Dissertação Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2007.

HENZ, Flávia M. et al. REUSO DA ÁGUA PARA FINS AGRÍCOLAS. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/revista/seagro/583491f790c12.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

JUSBASIL. Reuso de Água na Agricultura Irrigada. Disponível em: <<https://kellisoncavalcante.jusbrasil.com.br/artigos/325038118/o-reuso-de-agua-na-agricultura-irrigada>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

LAW, I. B. Rouse Hill – Australia's First Full Scale Domestic Non-Potable Reuse Application. **Water Science and Technology**. v. 33, n. 10-11, p 71-78, 1996.

MORELLI, Eduardo Bronzatti. **Reuso de água na lavagem de veículos**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PENSAMENTO VERDE. Reuso da Água na Indústria. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/atitudo/reuso-da-agua-na-industria/>>. Acesso em: 17 jun. 2018

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Reuso da Água**. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/meio-ambiente/reuso-da-agua>>. Acesso em: 19 jul. 2018

RURAL PECUÁRIA. Reuso da Água na Agricultura. Disponível em: <<http://ruralpecuaria.com.br/tecnologia-e-manejo/agricultura/reuso-de-agua-na-agricultura.html>>. Acesso em: 10 jul. 2018

SEBRAE. Manual de Conservação e Reuso da Água na Indústria. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/manual-de-conservacao-e-reuso-da-agua-na-industria,3aa6381b363dd510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

VIOTTO, D. A. Metais e Válvulas: de vilões a mocinhos. **Revista Bio**. São Paulo. Ano XI, n. 18, p24-25, 2001.

## AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO DO BIOGÁS EM PEQUENA ESCALA



Alunos da segunda série do ensino médio, 2018, Colégio Universitário de Aplicação da UninCor.  
Fotos: Cristiano Sávio / AssCom Colégio de Aplicação.

DOMINGUES, Luíse Rodrigues<sup>13</sup>; GOMES, Laura Santos Nunes<sup>14</sup>; REZENDE, Anny Ribeiro<sup>14</sup>; AMORIM, Gabriel Carlete de<sup>14</sup>; GIMENEZ, Sofia Rafael<sup>14</sup>; DOMINGUES, Vinícius Rodrigues<sup>14</sup>; NEVES FILHO, Antonio Otto<sup>14</sup>; LAGE, Felipe Augusto Guimarães<sup>15</sup>

### RESUMO

O biogás é um combustível gasoso de alta energia, composto por hidrocarbonetos. É utilizado para gerar energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, reduzindo os custos de produção; e também serve como gás de cozinha. No Brasil, os biodigestores na zona rural são muito utilizados para saneamento, tendo como subprodutos o biogás e o biofertilizante. Ademais, o biogás também pode ser utilizado em motores sem grandes alterações em sua composição. Pela sua quantidade de metano, o biogás não é uma alternativa de energia plenamente limpa, pois contribui para o efeito estufa ao ser lançado na atmosfera.

**Palavras-chaves:** Rendimento. Biogás. Uso rural. Motores.

### ABSTRACT

*Biogas is a high-energy gaseous fuel composed of hydrocarbons. It is used to generate electrical, thermal or mechanical energy in a rural property, reducing production costs; and also serves as cooking gas. In Brazil, biodigestors in the rural area are widely used for sanitation, with biogas and biofertilizer as by-products, in addition, biogas can also be used in engines without major changes in their composition. Because of its amount of methane, biogas is not a fully clean energy alternative as it contributes to the greenhouse effect when it is released into the atmosphere.*

**Keywords:** Income. Biogas. Rural use. Engines.

<sup>13</sup> Alunos do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel. E-mail: luisedomingues@hotmail.com

<sup>14</sup> Professor-orientador do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel Mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos pela Universidade Vale do Rio Verde – UninCor. E-mail: eng.antonio@outlook.com

<sup>15</sup> Professor-orientador do Colégio Universitário de Aplicação da UninCor Prof. Dr. José Maria Ferreira Maciel. E-mail: fellage\_crv@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Devido às manifestações dos caminhoneiros que ocorreram em maio de 2018, levantou-se muito a questão do uso de outras formas de energia para substituir a gasolina. O biogás é uma boa alternativa nessa tarefa devido ao seu poder calorífico, oriundo da sua formação por hidrocarbonetos.

É uma fonte para geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, reduzindo os custos de produção. O biogás é gerado por meio de biodigestores, sistema que tem a finalidade de reproduzir artificialmente o processo de decomposição.

No Brasil, por ser uma potência agropecuária, os biodigestores rurais, são muito utilizados para saneamento, pois possui como produtos o biogás e o biofertilizante e são muito bem utilizados tanto na área rural como a urbana, atrelado a isso, a utilização dos biodigestores, um meio de produção limpa de energia, ainda é de pequena escala porém crescente.

A utilização do biogás como fonte de energia também impede que o descarte de material orgânico (lixo úmido, cascas e sobras de comida) ao passar pelo processo de decomposição natural, libere o gás metano diretamente na atmosfera, sendo ele além de um dos gases agravantes do efeito estufa, também perigoso por poder causar asfixia, paradas cardíacas e até mesmo danos no sistema nervoso (eCycle, 2013).

Tais fatos justificam a importância da correta destinação dos resíduos, sendo que estes ainda podem ser fontes de

energia, por meio de conversão para o biogás.

## PROCESSO PARA SE CONSEGUIR O BIOGÁS E SEUS PRODUTOS

Biogás consiste na mistura de gases provenientes da decomposição da matéria orgânica pela ação das bactérias. Tem como principais representantes o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e o gás carbônico (ANEEL, 2002; ROYA, 2011; WBA, 2017).

Conforme o portal eCycle (2013), o processo ocorre em ecossistemas como pântanos, jazidas de petróleo, silos, aterros sanitários, mares e lagos. Artificialmente, é produzido por meio de biodigestores que tentam reproduzir a forma natural de decomposição da matéria. Contudo, com investimento adequado em pesquisas, é possível que haja um melhor aproveitamento da energia proveniente do gás metano, além de haver infraestrutura que possibilite separar o produto nas três fases da matéria – gasosa ( $\text{CH}_4$ ), líquido (chorume) e sólido (resíduos da matéria como adubo).

## Vantagens e desvantagens a respeito do biogás

Barbosa e Langer (2011), Marques (2014), Santos, Santos e Rodríguez (2017) explicam que o biodigestor é um sistema utilizado para tratamento de resíduos orgânicos. Esse material orgânico é misturado com água e em seguida são colocados em repartições com o direcionamento de produzir

biogás e biofertilizante. A parcela do gás gerado é um ótimo combustível, pois se origina de uma mistura de gás metano com gás carbônico. Um dos exemplos de uso do biodigestor é chamado de Mini Biodigestor, que é um biodigestor projetado na zona rural para pequenos negócios de produtores, que necessitam tratar resíduos de bovinos, suínos, aves, restos de alimentos e os resíduos residenciais em geral.

Ainda segundo os autores, desse modo, pode-se utilizar o biogás que foi gerado para ser aproveitado na cozinha, e com o seu baixo custo para o tratamento de resíduos orgânicos nas residências, o biogás é uma solução com alta eficiência e praticidade pois além de tratar os resíduos, ele ainda gera uma quantidade satisfatória de economia através do seu uso no lugar do gás de cozinha.

Os autores ainda expõem que fora os ganhos econômicos, com essa conversão de matéria orgânica em combustível (na forma de biogás) há benefícios ambientais. Esses devem-se a não emissão do gás metano, um dos gases que intensificam o efeito estufa, isso porque, o  $\text{CH}_4$  é o que se deseja para ser utilizado como combustível. Quanto a parcela sólida original, a mesma evita de ser destinada aos lixões.

Ainda que tão benéfico, há o contraponto da concentração elevada de metano. Sendo assim, o biogás também pode acabar poluindo o meio ambiente, caso não seja propriamente controlado. Fora isto, têm-se que não se aproveita na íntegra essas fontes, assim, em aterros sanitários, o aproveitamento

é de 75% para a geração de energia, sendo então um quarto dispendido para a atmosfera (PENSAMENTO VERDE, 2014).

## Como aumentar o poder calorífico do biogás

Parte da energia gerada com a combustão do metano é absorvida pela água que se transforma em vapor. Mesmo o vapor absorve uma certa quantidade de energia alcançando estados termodinâmicos de grande aquecimento. A presença de umidade no biogás funciona então como uma espécie de “ladrão” de energia térmica. A retirada de umidade aumenta o poder calorífico do biogás. Isso permite seu uso em motores de partida direta, cogeração de energia (turbinas e motores) além de combustão em caldeira (BEZERRA MACHADO, 2016).

Ainda conforme Bezerra Machado (2016), o uso contínuo de biogás como combustível nestes equipamentos pode ser prejudicado pela presença de sulfeto de hidrogênio. A oxidação de sulfeto de hidrogênio em motores de combustão gera gás de dióxido de enxofre que é altamente corrosivo. A combustão de dióxido de enxofre causa uma rápida acidificação dos óleos de motor. Isso provoca um aumento no desgaste e até danos nos rolamentos. A consequência final é a parada total de produção de energia em biodigestores. Além disso, o sulfeto de hidrogênio causa em motores de combustão a inativação de catalisadores de oxidação.

O enxofre contido no gás reage com os catalisadores e dificulta a oxidação do metano.

### Algas purificadoras

Conforme o portal do Governo de São Paulo (2010), uma das técnicas utilizadas para melhoria dos biodigestores se dá pela inserção de microalgas, promovendo um aumento de 40% na produção, segundo os pesquisadores. As microalgas consomem o gás carbônico presente no biogás, o que aumenta a o teor de metano, assim aumenta-se também do poder calorífico.

Ainda conforme o portal, o biogás deste reator possui um poder calorífico de 8.400 kcal/m<sup>3</sup> enquanto os tradicionais alcançam 5.500 kcal/m<sup>3</sup>.

### MODELOS DE BIODIGESTORES

Os biodigestores são classificados de acordo com a forma de abastecimento, que podem ser em batelada e contínuos. Os de modelo batelada recebem o carregamento da matéria orgânica onde só será realizada sua substituição após o período, enquanto os do modelo contínuo são abastecidos diariamente. Os modelos mais famosos são o Indiano, Chinês e o da marinha no Brasil (DEGANUTTI et al, 2002).

Ainda conforme os autores, a diferença entre os três está na maneira como cada um foi construído e no tipo de cúpula. A cúpula do indiano é móvel e se movimenta para cima e para baixo de acordo com a maior ou menor

produção de biogás. O da marinha tem largura maior e uma profundidade menor do que o indiano, por isso sua área de exposição solar é maior, o que acarreta uma maior produção de biogás. Sua cúpula é de plástico, tipo PVC, que infla com a produção de gás.

O chinês é um modelo de peça única, todo construído de alvenaria. Desenvolvido na China, este tipo de biodigestor foi projetado para economizar espaço. A forma encontrada foi construí-lo enterrado no solo, assim é possível cultivar em sua volta. Enquanto os biodigestores indianos e o da marinha precisam de artifícios para dar pressão ao biogás, o próprio biofertilizante do Chinês contido na caixa de descarga serve como peso para fazer pressão. Apesar dessas diferenças, para escolher o biodigestor adequado é preciso levar em consideração as condições do solo, capital e custo de manutenção, necessidade energética da propriedade (m<sup>3</sup>/dia) e disponibilidade de matéria-prima (DEGANUTTI et al, 2002).

### Modelo indiano

Deganutti et al, (2002), ressaltam que esse modelo por ser construído no solo o processo de fermentação que ocorre em seu interior sofre pouca variação de temperatura, pois a temperatura elevada favorece a ação das bactérias (responsáveis pelo processo de fermentação anaeróbica) e a sua queda provoca um menor rendimento. O modelo também ocupa pouco espaço do terreno (em relação ao da marinha).

Ainda segundo os autores há desvantagens, pois quando a cúpula for de metal, ela está sujeita ao problema de corrosão, fora isto há um maior custo desta cúpula. Têm-se que ainda que sistema de comunicação entre a caixa de carga e o digestor é propício na ocorrência de entupimentos. Não é um modelo indicado para terrenos superficiais, pois nestes casos pode ocorrer infiltração

### Modelo chinês

Como é construído completamente enterrado no solo, esse modelo sofre pouquíssima variação térmica e é o que ocupa menos espaço na superfície. Apesar de possuir um custo mais barato que os outros, o modelo chinês tem limitação ao tipo do solo em que é construído, sendo preferencialmente plano para evitar infiltrações, o sistema de comunicação entre a caixa e o digestor está sujeito a entupimentos por ser feito através de tubos; e não é um biodigestor próprio para acúmulo de gás e sim de biofertilizantes, devido à sua cúpula fixa (DEGANUTTI et al, 2002).

### Modelo da marinha

Esse modelo é o ideal para empresas que buscam maior produtividade, pois sua área é mais exposta aos raios solares, facilitando com isto uma maior produção de gás nos dias quentes. Sua construção não exige restrições ao tipo do solo e a comunicação da caixa de carga para o digestor, feita de alvenaria, é mais larga, evitando

com isso entupimento e facilitando a manutenção. No entanto, assim como o modelo o indiano, é necessário um investimento maior devido à sua manutenção para evitar corrosões (DEGANUTTI et al, 2002).

### DESSULFURIZAÇÃO DO BIOGÁS

O biogás gerado pelos motores contém além do metano e do gás carbônico quantidades consideráveis de sulfeto de hidrogênio e vapor, os quais geram ácido sulfúrico que, além de ferir o meio ambiente ainda ataca os motores e os componentes de metal por onde tem contato direto; ocasionando num prejuízo enorme, pois o gerador precisará ser trocado. Diante disso, observa-se a importância da dessulfurização do biogás (BEZERRA MACHADO, 2016).

Ainda conforme Bezerra Machado (2016), existem diversas maneiras de dessulfurização do biogás, entre as técnicas mais utilizadas estão a biodessulfurização, a qual consiste na introdução de ar no fermentador para que as bactérias transformem o sulfeto de hidrogênio em enxofre, que posteriormente será retirado com o fertilizante. Apesar de ser muito vantajoso na eliminação, não oferece uma exatidão no controle do processo. Outra técnica é o uso do lavador de gás, pois é um processo biológico muito efetivo devido ao seu uso em redes de gás natural. Essa técnica permite a eliminação de grandes quantidades de enxofre e para que possa ser utilizado é necessário haver a secagem prévia do biogás. Porém, a necessidade de manutenção do

equipamento é grande e normalmente o investimento só compensa para grandes projetos.

## CONCLUSÃO

Apesar de suas desvantagens, o biogás ainda é uma das melhores alternativas como forma de energia alternativa devido ao seu custo, seu rendimento e seu impacto no meio ambiente. No Brasil, os estudos sobre o biogás estão se aprofundando e conseguindo resultados ótimos, principalmente na zona rural, pois necessitam tratar resíduos de bovinos, suínos, aves, restos de alimentos e os resíduos residenciais em geral, desse modo podem utilizar o biogás que foi gerado para ser aproveitado na cozinha. Além disso, o biogás ainda pode ser utilizado no lugar da gasolina e ter um custo menor, favorecendo financeiramente a população brasileira.

## REFERÊNCIAS

ANEEL, A. N. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**, 1 ed. Brasília, DF: ANEEL, 2002.

BARBOSA, George; LANGER, Marcelo. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unesc & Ciência-ACSA**, v. 2, n. 1, p. 87-96, 2011.

BEZERRA MACHADO, Gleysson. **Geração e Aproveitamento Energético do Biogás**. PROJETO PROBIOGÁS 2016. Disponível em: <www.portaldobiogas.com/dessulfurizacao-do-biogas/ >. Acesso em: 13 out. 2018.

DEGANUTTI, Roberto; PALHACI, Maria do Carmo Jampaulo Plácido; ROSSI, Marco; TAVARES, Roberto; DOS SANTOS, Claudemilson. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. **Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002.

ECYCLE. **Biodigestor residencial da Recolast: transforme resíduos orgânicos domésticos em gás de cozinha e fertilizante**. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-dia/4436-biodigestor-residencial-da-recolast-residuos-organicos-casa-produzir-gas-cozinha-fogao-fertilizante-nutrientes-horta-irrigacao-compacto-eficiente-baixo-custo.html>>. Acesso em: 8 jul. 2018.

Governo de São Paulo. **Biodigestor aperfeiçoado por pesquisadores brasileiros e italianos produz 40% mais gás combustível**. Disponível em: <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/biodigestor-aperfeiçoado-por-pesquisadores-brasileiros-e-italianos-produz-40-mais-gas-combustivel/>>. Acesso em: jul. 2018.

MARQUES, Luísa Santana. **Avaliação dos benefícios ambientais e econômicos do aproveitamento do biogás do digestor anaeróbio para tratamento de lodo de esgoto**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil. 2014.

PENSAMENTO VERDE. **Conheça as vantagens e desvantagens do biogás**. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/economia-verde/conheca-vantagens-desvantagens-biogas/>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

ROYA, B. Biogás - uma energia limpa. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 13, n. 13, p. 142-149, 2011.

SANTOS, Menilson dos; SANTOS, Raimundo dos; RODRÍGUEZ, Arelis. Biotecnologia em casa: obtenção de biogás e biofertilizante empregando esterco e resíduos de alimentos. Marupiara | **Revista Científica do CESP/UEA**, [S.l.], n. 1, maio 2017. ISSN 2527-0753. Disponível em: <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/marupiara/article/view/424>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

WBA - World Bioenergy Association. **Global Bioenergy Statistics**. 2017.



Alunos da segunda série do ensino médio, 2018, Colégio Universitário de Aplicação da UninCor. Fotos: Cristiano Sávio / AssCom Colégio de Aplicação.



