

## TRATAMENTO DE EFLUENTES RESIDÊNCIAIS: Residência hidrológicamente sustentável

**Guilherme Aparecido Santos de Almeida**

Graduando em Engenharia Ambiental  
Faculdades Integradas de Três Lagoas - FITL/AEMS

**Icaro Guerra Silva**

Graduando em Engenharia Ambiental  
Faculdades Integradas de Três Lagoas - FITL/AEMS

**Tatiana dos Santos Silva**

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP. Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas - FITL/AEMS

**Danilo Santiago Gomes Lucio**

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP. Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas - FITL/AEMS

### RESUMO

A água é o bem natural de domínio público e dotado de valor econômico. A água é utilizada para diversos fins, desde higiene pessoal à irrigação na agricultura. Com o passar dos anos, o consumo de água aumentou, o que promoveu um risco de escassez de água para o consumo humano, devido às negligências ou má gestão dos recursos hídricos. Nesse sentido, a saúde da população pode ser comprometida e conseqüentemente diminuir a qualidade de vida. Um modo de melhorar esta situação é a redução do consumo de água por meio do reaproveitamento, o que por sua vez reduziria significativamente o consumo da água proveniente da estação de tratamento de água, acarretando uma diminuição na captação e degradação de mananciais. O objetivo do artigo foi de elaborar um projeto de *wetland*, por meio de revisão bibliográfica, que reduziria esses impactos de forma a demonstrar a viabilidade na implantação de métodos e tecnologias eficientes no tratamentos de efluentes em residências e tratamento de águas pluviais, vindo por sua vez a melhorar a qualidade de vida da população e a qualidade dos recursos hídricos a nós disponibilizados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso da Água; Tratamento de efluentes; *Wetland*; Efluentes residenciais.

### INTRODUÇÃO

Segundo Shubo et al. (2003), há uma escassez natural da água, que por sua vez se agrava pela poluição devido ao desordenado uso, má gestão dos recursos naturais e o crescimento demográfico. Nesse contexto, a disponibilidade limitada da água impede o desenvolvimento de várias regiões, devido ao aumento do seu consumo.

Segundo Branco et al. (2006), em geral, o termo água representa o elemento natural, desvinculado da utilização, já o termo recurso hídrico é a água como um bem econômico. Assim, nem toda água da terra considera-se um recurso hídrico, na medida que sua utilização nem sempre tem viabilidade econômica. Segundo Dias et. al (2012) a água possui diversos fins, sendo que 80% resulta em esgoto. Dessa maneira, o efluente doméstico possui em sua composição 99,9% de água e 0,1% sólidos orgânicos e inorgânicos, contendo em sua maioria a presença de agentes patogênicos.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) demonstrou que no ano de 2008 o acesso da população ao saneamento básico era de 58,9% e 28,5% no que se refere ao acesso da rede coletora de esgoto. Nesse contexto, o acesso aos serviços de saneamento e qualidade do mesmo estão relacionadas diretamente a saúde pública (DIAS et al., 2012).

A poluição dos recursos hídricos pelo lançamento de esgoto doméstico pode impactar os indicadores de agravo ao bem estar humano, aumentando a demanda por serviços de saúde e absentismo da força de trabalho, os custos dos sistemas de tratamento de águas para o abastecimento com fins residenciais e industriais, e ainda, conforme o grau de poluição, inviabiliza o uso para fins de agricultura e processos industriais, com reflexos negativos para o desenvolvimento da região (PHILIPPI JR, 2005 *apud* DIAS et al., 2012).

O objetivo do tratamento do efluente é preservar o meio ambiente, impedindo assim, que o efluente liberado pelo homem, durante os processos de utilização da água, contaminem os corpos hídricos (KOBİYAMA et al., 2008). Cordeiro (2009) argumentou que o volume de esgoto doméstico é alto em municípios com alta densidade populacional, assim a melhor solução proposta é a captação coletiva através da redes gerais de esgoto, mas se há densidade baixa, pode-se utilizar outras estratégias como a fossa séptica, desde que o efluente seja destinado adequadamente. Ainda argumentou que essa solução é válida tanto individualmente quanto para pequenos conjuntos de domicílios. Sendo assim, Monteiro Junior e Rendeiro Neto (2011) afirmou que existem dois tipos de sistemas de tratamento de efluente no Brasil, sendo estes individuais e coletivos. Nesse sentido, o sistema individual consiste no lançamento do efluente doméstico em uma unidade habitacional como fossas sépticas e os coletivas consistem em captações por canalizações, onde são transportados de forma adequada até o tratamento, posteriormente para a disposição final. Deste modo, o efluente doméstico constitui-

se por ser um desafio enorme, tendo em vista as implicações com relação a saúde e o meio ambiente (SILVA, 2014).

Segundo Shubo et al. (2003), o homem requer água para algumas necessidades básicas, sendo para manter-se hidratado e o bom funcionamento do organismo, utilização em sua residência e utensílios e na preparação de alimentos. Sendo que a combinação dos três tipos de uso, requerem aproximadamente 120 litros de água por pessoa.

Pode-se caracterizar o efluente residencial em três categorias após a sua utilização. Segundo Silva et al. (2014) são caracterizados em águas negras, cinzas e amarelas, onde as negras são provenientes de vasos sanitários, contendo uma alta taxa de matéria orgânica, decorrente das fezes e urina, as águas cinzas são oriundas de diversos pontos da residência como lavatórios, chuveiros, máquinas de lavar roupa/louça e pias. Enquanto as amarelas resultam da separação da urina das fezes.

O tratamento do efluente residencial atualmente ainda é caro, principalmente em relação as pessoas de baixa renda e para pessoas que visam lucros logo em sua implantação, mas de imediato obtém-se um retorno ecológico, devido ao reaproveitamento e/ou reciclagem da água, mas a longo prazo, tem-se um retorno financeiro, devido a economia no consumo de água proveniente das estações de tratamento de água.

Nesse contexto, o reuso da água pluvial é um dos meios que podem diminuir a pressão da água de abastecimento no que se refere à poluição dos recursos hídricos e diminuição da sua captação. Assim, além de ajudar os mananciais, em uma perspectiva maior, esta prática pode potencializar a prevenção de problemas urbanos como enchentes e alagamentos.

## **1 REFERENCIAL TEÓRICO**

Quando a sociedade decide realizar o reuso da água da precipitação, não estará somente tendo um retorno econômico, mas também estará combatendo grandes ciclos de escassez de água e de enchentes nas grandes cidades (MARQUES, 2014). Os sistemas de aproveitamento das águas da chuva, possuem

coerência em razão aos benefícios oferecidos, desde da redução de custo até redução no uso de água potável (SANTIAGO, 2015).

Segundo Marques (2014), para a instalação de sistemas de reuso de água, é necessário um reservatório ou cisterna que geralmente são acoplados abaixo do nível do solo. As tubulações utilizadas, requerem certos cuidados, assim devem ser separadas das tubulações do abastecimento público para evitar que ocorra uma contaminação e uma diminuição da qualidade da água potável disponibilizada pelo município.

Se a utilização pretendida para a água de chuva é inferior, para usos domésticos potáveis, devem ser aplicadas práticas apropriadas de filtração e desinfecção. Se a água da chuva é utilizada no exterior, para irrigação do jardim ou lavagens de quintais e carros, ou até mesmo para uso interior não potável como descargas de vasos sanitários, as exigências de tratamento são menos restritas (WEIERBACHER, 2008 *apud* MARQUES, 2014).

Quando a utilização da água pluvial for para fins não potáveis, o tratamento não necessita ser muito rígido. Para o respectivo tratamento, utiliza-se um separador de águas primárias, que auxilia na retirada de impurezas contidas no telhado, nas calhas e na atmosfera, podendo assim posteriormente ser direcionada para a cisterna (MARQUES, 2014).

Nessa perspectiva, a utilização de sistemas tipo *wetland* entra em consonância com os parâmetros de utilização do reuso de água para fins menos nobres.

Os *wetlands* de fluxo sub superficial, são sistemas que possuem um meio de suporte, onde a vegetação é plantada, sendo constituídas por um tanque, onde o efluente percola em um fluxo horizontal. Como o meio de suporte há maior rentabilidade de tratamento no que se refere à microorganismos e também serve como estrutura para a vegetação (ZANELLA, 2008).

Como nesse sistema o nível do fluido encontra-se abaixo do nível do meio suporte, as consequências como geração de odores e proliferação de insetos são evitadas, funcionando assim como uma área ativa no tratamento do efluente, proporcionando a adesão do biofilme. Desta forma, demanda-se menores áreas para a implantação desse tipo de sistema se comparado aos demais. Além disso, esse tipo de *wetlands* pode ser utilizado para tratamento secundário, terciário e até mesmo em alguns tipos de efluentes industriais (ZANELLA, 2008).

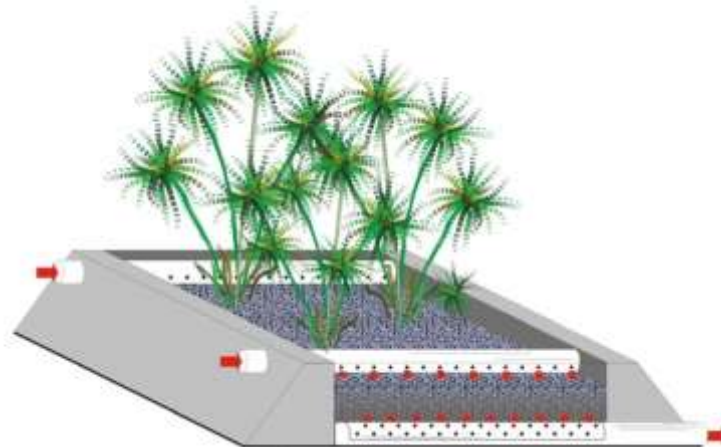
Os materiais suporte como a brita 0 e brita 1 têm como característica principal potencializar os processos físicos, químicos e biológicos para a depuração do efluente. A formação do biofilme, que se adere as raízes da vegetação e ao meio de suporte, é o agrupamento de bactérias aeróbias e anaeróbias, que ajudam no processo de degradação da matéria orgânica, nitrificação e desnitrificação no efluente, além de aumentar o Oxigênio Dissolvido (OD) disponibilizado pelas plantas por meio da difusão atmosférica (SEZERINO, 2006).

Nesse sentido, as *wetlands* de fluxo sub superficial aliadas ao material suporte possibilitam um melhor tratamento biológico da água pluvial, uma vez que propicia a reutilização destas águas nas atividades domésticas no meio urbano, além de utilizarem menos água de abastecimento.

## 2 METODOLOGIA

O projeto foi proposto a partir de suas fontes geradoras, proveniente do local onde será implantado as *wetlands*. O efluente será encaminhado primeiramente para um sistema de filtração primária com grade fina, para evitar que resíduos sólidos entrem no sistema e eventualmente causem entupimentos. Posteriormente, o efluente seguirá para a *wetland* sub superficial de fluxo horizontal, onde o mesmo será tratado através do biofilme gerado a partir do meio de suporte e da vegetação emergente. Como meio nivelador hidráulico será utilizado em sequência uma *wetland* de fluxo vertical descendente Figura 1.

**Figura 1:** Wetlands de fluxo vertical descendente



**Fonte:** Zanella (2008).

Para o meio de suporte será utilizado brita 0 (zero), que servirá de suporte para as raízes das plantas emergentes, onde os macroporos não exercerão muita resistência radicular. A entrada do efluente será utilizado brita 1 que possui microporos maiores que o da brita 0 que facilitará a percolação do efluente à outra extremidade do sistema. Após o tratamento, o efluente será conduzido para uma cisterna equipada com luz ultra violeta, que fará o processo de desinfecção, sendo posteriormente utilizada na residência.

Para a captação e tratamento das águas pluviais será utilizado calhas nos telhados e encanamentos, que conduzirão o fluido até um sistema de grade, para retirada de resíduos sólidos e posteriormente para um separador de águas primárias, que tirará todas as partículas de fuligem e poeira que os primeiros minutos de chuva conduzem, sendo assim um pré-tratamento.

As espécies de vegetação para utilização no sistema de *wetlands* com caráter paisagístico e econômico é de suma importância para a eficiência de tratamento biológico do sistema, uma vez que pode-se pensar na comercialização desta vegetação a fim de otimizar o preço de retorno econômico para o usuário. Nesse contexto, algumas principais espécies foram estudadas por outros autores a fim de otimizar o sistema de *wetlands* construídos e assim podem ser observadas na

**Erro! Fonte de referência não encontrada.1.**

**Tabela 1:** Espécies vegetais passíveis de testes em wetlands construídos

Nome	
Científico	Popular
<i>Agapanthus africanus</i>	Agapanto
<i>Alpinia purpurata</i>	Alpinia
<i>Alpinia zerumbet variegata</i>	Alpinia concha listrada
<i>Calathea burle-marxii</i>	Maranta de burle marx
<i>Cyperus papyrus</i>	Papiro
<i>Equisetum hyemale</i>	Cavalinha
<i>Hedychium coccineum</i>	Gengibre vermelho

<i>Hedychium coronarium</i>	Lírio do brejo
<i>Heliconia acuminata</i>	Caetê
<i>Heliconia bihai</i>	Pássaro de fogo
<i>Heliconia psittacorum</i>	Helicônia-papagaio
<i>Heliconia rostrata</i>	Bananeira ornamental
<i>Nelumbo nucifera</i>	Flor de lótus
<i>Strelitzia reginae</i>	Estrelítzia
<i>Xanthosoma robustum</i>	Taioba
<i>Zantedeschia aetiopica</i>	Copo de leite
<i>Zingiber spectabile</i>	Gengibre ornamental

**Fonte:** Adaptado de Zanella (2008).

Assim, para a construção do *wetland*, foram calculados o consumo de água a fim de projetar o sistema. O consumo diário de água varia entre 100 a 150 L/hab/dia, dentro desta estimativa, 60 a 70% transformam-se em águas cinzas (REBELO 2011). Tendo-se em vista que o consumo médio de água no Brasil em 2006, foi de 145,1 L/Hab/dia e uma média de 64% produção de água cinza, houve a geração de aproximadamente de 92,9 L/hab/dia.

A partir destes dados elaborados por Rebelo (2011), a composição desse projeto teve como propósito estabelecer o reuso da água para uma residência com 4 pessoas com consumo médio de 45 litros (0,045 m<sup>3</sup>) por banho e 4 ciclos em uma máquina de lavar de 180 litros (0,180 m<sup>3</sup>) por semana, onde o consumo médio de água ao mês é de 10,3 m<sup>3</sup>. Estima-se que desses 10,3 m<sup>3</sup>, apenas 1,98 m<sup>3</sup> serão despejados na rede de drenagem de esgoto doméstico semanalmente, gerando 7,92 m<sup>3</sup> de água tratada por mês, ou seja, um tratamento de aproximadamente 76% de reaproveitamento.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

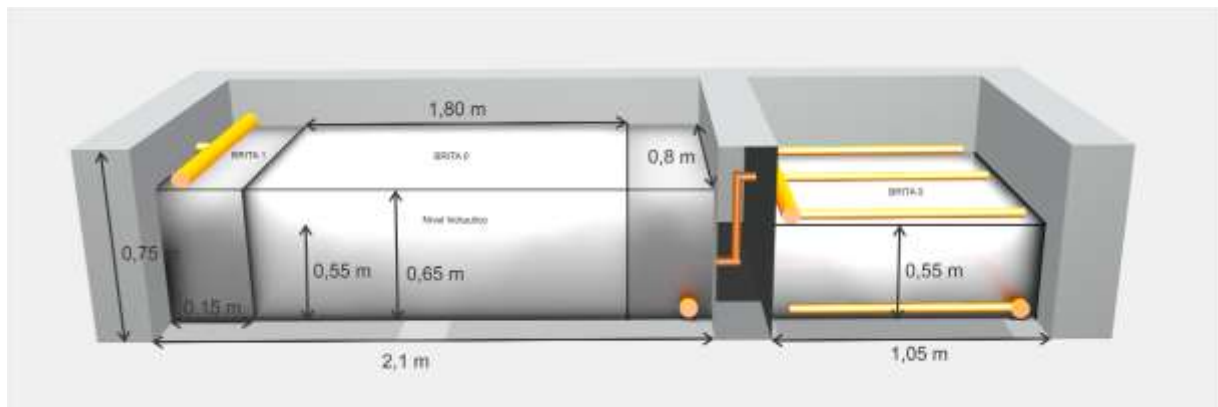
Em comparação à outros sistemas como biodigestores, reatores e até mesmo lagoas estabilizadoras, os *wetlands* são mais econômicos e suas estruturas mais simples. Sendo constituído basicamente:

- Estrutura impermeável (podendo ser em alvenaria);
- Meio de suporte (material que servirá de suporte radicular para a vegetação);
- Tubulações;
- Plantas emergentes.

Nesse contexto, o sistema simples possui uma grande eficiência em remoção da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e sólidos suspensos, tornando-se uma ótima opção para o tratamento de águas cinzas, além do seu baixo custo de implantação.

Para conseguir tratar todo esse volume de efluente, a *wetland* necessita ser bem configurada, as dimensões podem ser observadas na Figura 2.

**Figura 2:** Configuração de wetlands sub superficial e vertical



**Fonte:** Próprio autor.

Para essa configuração, o *wetland* contará com um total de 1,398 m<sup>3</sup> de brita 0 e 0,156 m<sup>3</sup> de brita 1, o que em média no Brasil o preço ficará abaixo de 300 reais. Sua configuração em alvenaria e as tubulações de PVC, permite que seja instalado facilmente.

A capacidade de tratamento do *wetland* projetado é de 0,924 m<sup>3</sup> de efluente para a primeira e 0,462 m<sup>3</sup> para a segunda, sendo essa um nivelador hidráulico para a primeira. Ao sair do sistema o efluente tratado ficará armazenado em uma cisterna com luz UV e posteriormente bombeado para a cisterna de reuso em cima da casa, para que assim seja reutilizado na residência.

O sistema contempla a utilização de cisterna e recalque ocasionando maior eficiência no processo, assim pode-se observar a economia ao se optar pelo

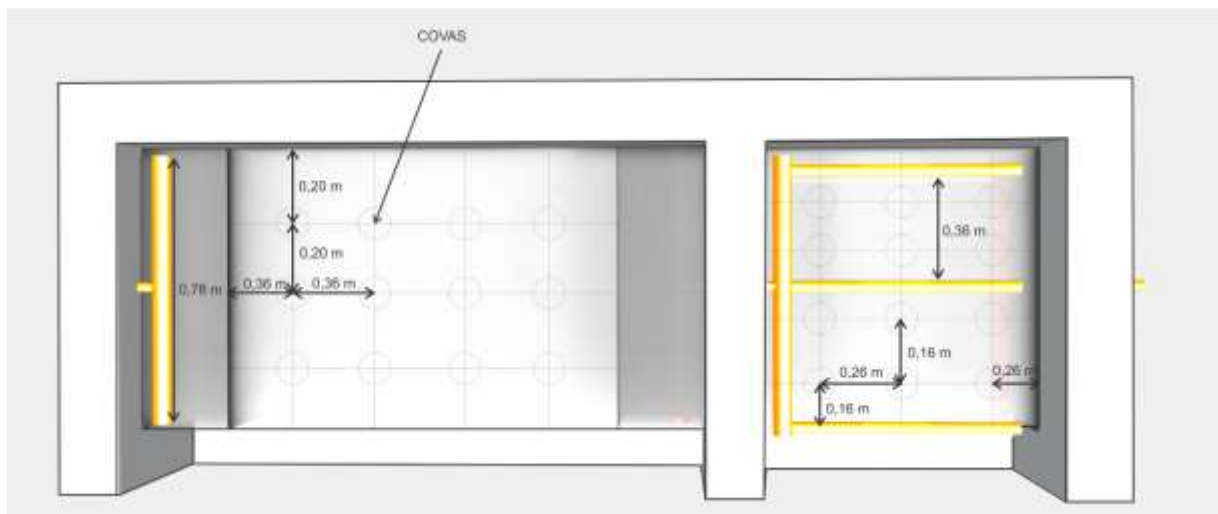
*wetland*. A utilização de plantas ornamentais garante um bom visual estético, além das plantas com fins econômico, ao projeto de forma a aumentar a eficácia do tratamento. As plantas e as quantidades de mudas a serem utilizadas podem ser observadas no Quadro 1, bem como sua distribuição espacial na *wetland* conforme a Figura 3.

**Quadro 1:** Vegetação a ser utilizada no *wetland*.

Nome científico	Nome popular	Quantidade de mudas
Zingiber spectabile	Gengibre Ornamental	3
Neomarica caerulea	Falso íris	7
Dietes bicolor	Moréia	3
Heliconia psittacorum	Heliconia-papagaio	3
Agapanthus africanus	Agapanto	5
Strelitzia reginae	Estrelitzia	3

Fonte: Zanella (2008).

**Figura 3:** Distribuição espacial no *wetland*



Fonte: Próprio Autor.

Assim o tratamento de água com a reutilização de águas pluviais teria o maior gastos com tubulações extras, separador de águas primárias e o filtro, sendo que, a maioria das residências já possuem calhas. Após a passagem pelo filtro, a água tratada será direcionada a cisterna com luz UV, a mesma utilizada pelo *wetland*, podendo já ser consumida para fins secundários na residência.

## CONSIDERAÇÕES

O reaproveitamento da água torna-se viável, já que por sua vez acarreta em uma diminuição do consumo de água potável. Desta forma, visou o estudo de um sistema simples e de baixa manutenção, que poderia ser implantado em uma residência urbana, e que não necessitasse de muito espaço, sendo agradável visualmente, notou-se essas características nos sistemas de *wetlands*. Este sistema mostra-se muito eficaz na remoção de sólidos suspensos e de DQO. Por sua vez, a não necessidade de produtos químicos para o tratamento é também muito vantajoso, sendo este processo realizado por plantas e o meio de suporte que gera o biofilme, o que facilitaria o uso em residências, tanto pelo aspecto econômico, como paisagístico.

As *wetlands* mostram-se mais simples em sua construção do que os demais sistemas. Sua interface simples, permite a construção facilitada do sistema, o que reduz os custos de instalação. Outro fator para essa redução é o material utilizado, que é composto basicamente por alvenaria impermeável, britas 0 e 1, tubulação de PVC e plantas ornamentais, materiais que são facilmente encontrados. Como os efluentes oriundos de águas cinzas são ricos em nitrogênio e fósforo, os sistemas de *wetlands* mostram-se favoráveis, já que o nitrogênio representa um dos principais elementos nutritivos para as macrófitas.

A partir do momento em que o efluente tratado, torna-se útil não somente pela questão econômica do proprietário, mas também pela questão ambiental, obtêm-se um padrão de qualidade. Esse padrão de qualidade relaciona-se significativamente à qualidade ambiental, onde, a minimização dos impactos negativos no meio ambiente, melhora o meio social, acarretando em um bom desempenho econômico. Desta forma, torna-se viável a implantação desse sistema, tanto pela economia gerada ao proprietário, quanto pela qualidade socioambiental que o sistema pode oferecer.

## REFERÊNCIAS

BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. Coleção Polêmica, 9ª Edição, São Paulo – SP: Moderna, 1993.

CORDEIRO, B. S. **Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos.** Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico. v.1. Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS). Brasília: Editora, 2009. 239p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável** – Brasil. 2010a. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 julho 2011.

KOBIYAMA, M. **Recursos hídricos e saneamento.** 1ª edição, Ed. Organic Trading, Curitiba-PR, 2008. 160p.

MARQUES, G. O. **Sistema de captação de águas pluviais para uma residência particular.** Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS. Brasília – DF. 2014.

MONTEIRO, A. P. J.; RENDEIRO, H. F. **Sistema individual de tratamento de esgoto: fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro uma alternativa para o tratamento sanitário em comunidades de baixa renda do município de Belém.** Universidade da Amazônia – UNAMA. Belém-PA, 2011.

REBÊLO, M. M. P. S. **Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbio com chicanas.** 113f. Mestrado em Engenharia: Recursos Hídrico e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

SANTIAGO, N. R.; FREIRE FILHO, F. C. M.; SILVA, E. P. L. **Aproveitamento de águas pluviais em residência unifamiliar na cidade de SÃO LUÍS-MA.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC. Fortaleza – CE. 2015.

SEZERINO, P. H. **Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas (constructed wetlands) no pós – tratamento de lagoas de estabilização sob condições de clima subtropical.**171f. Doutorado em Engenharia Ambiental: Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SHUBO, T. **Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável urbana.** Mestrado em Ciências na área de saúde; Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, R. **Tratamento convencional de esgotos sanitários e o banheiro seco.** Revista científica integrada, Ed. nº 2. Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP. Guarujá-SP, 2014.