

Tratamento descentralizado de águas cinzas Estudo de caso: escritório no Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS) da Unicamp

Palavras-Chave: ÁGUAS CINZAS, ÁGUA DE REÚSO, TRATAMENTO DESCENTRALIZADO

Autoras:

INGRID XAVIER DE OLIVEIRA

Profa. Dra. LUANA MATTOS DE OLIVEIRA CRUZ (orientadora)

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO (FECFAU)

INTRODUÇÃO:

O Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS), sediado na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), busca criar um espaço que utilize a tecnologia e inovação para atingir um ambiente ecologicamente equilibrado. Nesse sentido, tendo em vista as Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), faz-se necessário o acréscimo da disponibilidade de água tratada com o intuito de evitar enfermidades advindas desse fluido contaminado (SIQUEIRA et al., 2017 apud CAIRNCROSS S; FEACHEM R., 1993). Apesar da carência de saneamento básico ser um problema mundial, é particularmente uma área que precisa ser aprimorada na infraestrutura do Brasil, pois, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS - base 2018) (OLIVEIRA; SCAZUFCA; MARGULIES, 2020), 16,38% dos brasileiros não possuem abastecimento de água, aproximadamente 35 milhões de cidadãos, e 46,85% não têm cobertura de coleta de esgoto, mais de 100 milhões de pessoas. A partir dessa perspectiva, tais dados revelam a complexidade em proporcionar um serviço universal de saneamento básico por meio do sistema centralizado no país, tendo em vista suas dimensões continentais e as diversas realidades regionais da população, o que dificulta a elaboração de um projeto centralizado adequado.

As águas cinzas possuem menores índices de poluentes, o que as tornam mais atrativas para tratamento e reúso no local, porém, as pesquisas relacionadas ao tratamento das águas cinzas com um sistema descentralizado não é frequente, sendo que os temas são amplamente abordados separadamente. Por possuírem menor custo (dependendo da escala de implementação do sistema) e serem mais sustentáveis (ALMEIDA; PITALUGA; REIS, 2010), os sistemas de tratamento descentralizados obtiveram um aumento considerável de implementação. Tal demanda vai ao encontro do tratamento de água cinza. Destarte, o sistema de tratamento descentralizado é uma opção para diversificar as fontes de água. Dessa forma, a presente pesquisa visa contribuir para o desenvolvimento de sistemas de tratamento descentralizado, uma vez que há a necessidade de unir a recuperação de águas cinzas e a descentralização nas

pesquisas, contribuindo para completar tal lacuna de conhecimento. Ressalta-se que esta iniciação científica se desenvolveu em conjunto com a pesquisa feita pela aluna Marina Benavides Guedes.

METODOLOGIA:

A metodologia empregada no presente projeto é o estudo de caso e, portanto, foi feito um levantamento bibliográfico voltado à busca de tecnologias capazes de tratar águas cinzas para seus diversos usos, sendo escolhido a tecnologia de *wetland*. Estimou-se a demanda do escritório modelo e dimensionou-se o sistema de tratamento descentralizado, seguindo as normas técnicas brasileiras quando aplicável. Como a *wetland* para águas cinzas não é uma tecnologia amplamente empregada, quando necessário, foram utilizadas referências de outras pesquisas realizadas ou manuais técnicos internacionais. A seguir são descritas cada etapa do projeto.

- **Revisão Bibliográfica**

Para a escolha do tratamento de águas cinzas foi pesquisado na base de dados *Science Direct* algumas *strings* de busca com o intuito de definir qual combinação proporcionaria uma maior gama de resultados. Utilizou-se o termo “*urban agglomeration*” com o intuito de verificar os sistemas de tratamento disponíveis nas cidades. Dessa forma, a *string* utilizada foi “*urban agglomeration AND greywater treatment OR reuse water treatment OR wastewater treatment*”, sendo gerados na época 312.774 resultados. Ao ler os resumos, escolheu-se um artigo de revisão bibliográfica que dissertava sobre vários métodos de tratamento de águas cinzas e a possível utilização em telhados verdes (MAHMOUDI; MOUSAVI; DARVISHI, 2021). Dentre os diversos métodos apresentados, foram pesquisados alguns artigos na íntegra com o intuito de compreender melhor a técnica utilizada. Com o intuito de pesquisar por um filtro adsorvente de baixo custo e sustentável, buscou-se pelo artigo que estuda a utilização de rocha de lava esmagada em duas etapas de tratamento em nível residencial (KATUKIZA et al., 2014), já que o sistema tem baixo custo de instalação, operação e manutenção.

Outro método que emprega material adsorvente, também citado no artigo de revisão bibliográfica inicial, foi o de remoção de metais com a utilização do carvão ativado fabricado com o caule da banana (PRAVEENA; RASHID; RASHID, 2020). Nesse artigo é descrito o processo de produção do carvão ativado com base nos resíduos do caule da banana e as condições ótimas de reação para remoção dos íons de metais pesados em águas cinzas. Cabe destacar que a norma não estabelece uma concentração tolerável de metais pesados na água cinza, porém, considerando que o custo do carvão ativado advindo do caule da banana não seria elevado, seria interessante adicionar essa etapa ao tratamento da água cinza para garantir a qualidade da água e minimizar os efeitos que a concentração desses metais pode causar ao ambiente. Outra técnica pesquisada, foi o novo processo de eletrocoagulação-eletroflotação bipolar utilizado para tratar água de lavanderia (GE et al., 2004). Nesse processo de eletrocoagulação e eletroflotação bipolar inclui eletroflotação de poluentes suspensos, eletrocoagulação de poluentes coloidais, eletrodestruição de orgânicos dissolvidos e eletrodeposição de inorgânicos dissolvidos, mostrando-se uma tecnologia interessante para o tratamento de água residual.

O telhado verde foi levantado como uma boa alternativa no tratamento da água cinza de maneira descentralizada, uma vez que, geralmente, apresenta baixo custo e oferece vantagens como conforto térmico e acústico do ambiente, melhoria na qualidade do ar e estética agradável. Dessa forma, foi pesquisado por artigos que tratem dessa temática, sendo analisado o tipo de substrato, as plantas, a profundidade e a recirculação no tratamento de água cinza (THOMAIDI et al., 2021).

Toda via, tendo em vista o custo, a carga estrutural e a complexidade de construção e manutenção do sistema, a opção considera mais viável foi a *Wetland*, uma vez que seus custos são reduzidos e sua implementação pode ocorrer no chão da edificação, proporcionando uma área de lazer no escritório, em harmonia com a proposta do HIDS. As *wetlands* também são conhecidas como Sistemas Alagados Construídos (SAC) e são compostas por valas com paredes e fundo impermeabilizados, permitindo seu alagamento com o efluente a ser tratado. Geralmente são pouco profundas, com menos de um metro, e dispõem de plantas aquáticas ou macrófitas que atuam na remoção de poluentes e na fixação de microrganismos que degradam a matéria orgânica. As *wetlands* usualmente possuem material particulado em seu interior (por exemplo, areia, brita, seixo rolado) como meio suporte para o crescimento das plantas e microrganismos (TONETTI et al., 2018). Tendo em vista a incipiente utilização dessa tecnologia para tratamento de águas cinzas, foi empregado diversos manuais e estudos práticos para o dimensionamento.

- **Definição do escritório modelo**

- **Demanda de água não potável**

A análise de dados foi feita sobre o consumo de água de um escritório na Unicamp, sendo usado como base o Serviço de Apoio ao Estudante (SAE), pois seu tamanho é suficiente para verificar a viabilidade do sistema e, ao citar esse importante órgão da Unicamp, pretende-se valorizar seu papel na universidade. De acordo com a administração do SAE, há 45 funcionários ativos e 7 estagiários, totalizando 52 pessoas. Para estimar a demanda de água, foi considerado o número de

servidores e o valor médio que uma pessoa gastaria em cada atividade (sanitário, banho). Para refinar essa estimativa, fez-se uma pesquisa indireta e quantitativa com os servidores administrativos da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU). Uma tabela no Excel® foi elaborada de modo que os participantes, em anonimato, preenchessem com a quantidade de vezes que fossem utilizados os sanitários no período em que eles estivessem na unidade. Ao final de sessenta dias corridos, foi contabilizado o número de vezes, por funcionário, de uso do sanitário. Buscou-se uma referência de consumo para poder compatibilizar com o número de pessoas. De acordo com a SABESP, tem-se uma estimativa do consumo de litros de água por segundo ou por descarga (“Equipamentos Economizadores”, [s.d.]), sendo adotado o consumo de equipamentos economizadores. Com esses dados e com o número de funcionários fornecido pelo SAE montou-se a Tabela 1, sendo considerado que a água não potável será utilizada na bacia sanitária.

Tabela 1. Demanda de água não potável do escritório.

Demanda	Vazão	Frequência	Perdas vazamentos	Total		
				%	l/d	l/s
Descarga	l/descarga	descarga/dia	%	l/d	l/s	m³/h
	6	3	10%	1029.6	0.0119	0.0429

- **Produção de água cinza**

Para calcular essa estimativa foi considerado a quantidade de pessoas do SAE em conjunto com a pesquisa feita na FECFAU, a qual resultou que a bacia sanitária é utilizada 3 vezes por dia. Destaca-se que esse número coincide com o adotado por Medeiros et al. (2021). Para estimar o tempo médio para tomar banho e lavar as mãos, foi adotado os valores tidos como recomendáveis para economia de água e manutenção da higiene. Para o banho foi considerado que cada servidor tomará 1 banho com duração de 10 minutos por dia de trabalho (GONÇALVES; JORDÃO, 2006) e para lavagem das mãos foi considerado que cada higienização terá duração de 40 segundos (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA ANVISA, 2009), sendo contabilizado 10 ocorrências por dia (lavagem de mãos antes e depois da utilização do sanitário, antes e depois do almoço e 2 por motivos diversos). A produção de água cinza pelo escritório está apresentada Tabela 2.

Tabela 2. Produção de água cinza do escritório.

Produção	Vazão	Duração	Frequência	Total		
	l/s	s/hab.vez	vezes/dia	l/d	l/s	m³/h
Lavatório						
banheiro	0.1	40	10	2080	0.0241	0.0867
Chuveiro	l/s	min/hab.dia	banho/hab	l/d	l/s	m³/h
	0.13	10	1	4056	0.0469	0.1690
Número de funcionários			52	l/d	l/s	m³/h
Total				6136	0.0710	0.2557

- **Dimensionamento e análise de dados**

Dimensionou-se a *wetland* com base na literatura, adotando-se valores usados por outros estudos. Para o tratamento de águas cinzas, o fluxo de água pode ser encaminhado diretamente para o SAC, após passar por uma caixa de retenção de sólidos grosseiros (TONETTI et al., 2018). Considerou-se não ser necessário a utilização da caixa de gordura, uma vez que não será tratado as águas provenientes da cozinha. Essa adoção é devido ao baixo volume de água

gerado na cozinha de um escritório e ao custo de uma caixa de gordura, sendo que geralmente utiliza-se a caixa de gordura para as águas cinzas advindas da cozinha, como no livro Sezerino et al. (2021). Para a caracterização da água cinza, encontrou-se o trabalho de Bazzarella (2005), sendo representado na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização da água cinza.

Valor médio DBO ₅ (mg/l)	
Lavatórios	265
Chuveiro	165
Total	430

A Área Superficial Requerida foi calculada utilizando a Taxa de Aplicação Hidráulica Superficial (MARCOS VON SPERLING; PABLO H. SEZERINO, 2018), adotando-se como referência para taxa de aplicação hidráulica superficial o valor médio de 625 l/h/m² e considerando o tempo de detenção hidráulica de aproximadamente 2h (NATIONAL ENVIRONMENTAL ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE: WHO/UNICEF, 2007), sendo a área calculada igual a 0,41 m². Assim, escolheu-se as dimensões da *wetland* como 0,35 x 1,2 m, de forma que a área de 0,42 m² atende a área requerida. O tanque de reservação de água cinza requer uma largura de 70 cm, comprimindo de 150 cm e profundidade de 200 cm, já o reservatório de água não potável precisa de uma largura de 35 cm, comprimento de 100 cm e profundidade de 100 cm. Para a escolha do material, lançou-se mão da combinação de materiais inovadores e de baixo custo que foram encontrados na literatura, como segue na Tabela 4, com a respectiva referência de pesquisa.

Tabela 4. Materiais do meio suporte da *wetland*.

Material	Altura (cm)	Referência
Carvão Ativado de Banana	10	(PRAVEENA; RASHID; RASHID, 2020)
Vermiculita	20	(THOMAIDI et al., 2021)
Argila Expandida	10	(MARCELINO et al., 2020)
Porcelana	10	(MARCELINO et al., 2020)
Profundidade (cm)	50	

Para a escolha das plantas, foi adotado as descritas na Tabela 5 (MARCOS VON SPERLING; PABLO H. SEZERINO, 2018), sendo o espaçamento empregado aproximadamente o espaçamento indicado para o plantio.

Tabela 5. Plantas escolhidas para *wetland*.

Planta	Espaçamento
Typha (taboa)	10 a 20 cm
Cyperus Papyrus	5 a 8 cm
Zantedeschia aethiopica	20 cm

Para visualizar a distribuição no espaço dos elementos componentes do sistema, desenhou-se no AutoCAD® a *wetland* e projetou-se no Revit® o banheiro do escritório modelo, sendo atendida a NR24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho, com relação ao número de banheiros necessários. Com o propósito de verificar a viabilidade econômica do sistema proposto, fez-se uma estimativa de preço de mercado para os materiais requeridos,

sendo adotado os dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) quando possível. A Tabela 6 resume essa análise.

Tabela 6. Estimativa de custo.

Material	Quant.	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)	
Caixa Sifonada (5 entradas)	2	47.90	95.80	
Caixa Sifonada (3 entradas)	1	20.40	20.40	
Caixa d'água (1500 l)	1	859.01	859.01	
Caixa d'água (2000 l)	1	964.89	964.89	
Ralo	6	10.03	60.18	
Joelho 45° 40mm	32	8.33	266.56	
Joelho 45° 50mm	1	4.00	4.00	
Joelho 45° 75mm	4	8.35	33.40	
Joelho 90° 40mm	17	7.01	119.17	
Junção Simples	1	26.00	26.00	
Luva simples 40mm	11	1.70	18.70	
Luva simples 50mm	1	3.69	3.69	
Luva simples 75mm	6	6.98	41.88	
Tê (40 mm)	3	5.31	15.93	
Tê (75mm)	1	18.99	18.99	
Adaptador soldável com Anel p/ caixa d'água, com registro	2	6.81	13.62	
Adaptador soldável com Anel p/ caixa d'água, (40mm)	4	26.37	105.48	
Registro de gaveta	5	69.05	345.25	
Tubulação				
Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Preço (R\$) / m	Total (R\$)	
40	54.81	6.73	368.87	
50	0.49	11.47	5.62	
75	3.13	16.55	51.80	
Material	Preço un.	Unidade	Necessário	Preço
Carvão *	5.27	kg	18.90	99.60
Vermiculita	5.24	kg	5.88	30.82
Argila Expandida	702.24	m ³	0.042	29.49
Azulejo de porcelana**	-	-	-	-
Tubulação de PVC	-	-	-	3435.24
Bomba sapo	200.00	un	2	400.00
Escavação Mecânica	50.74	m ³	2.66	134.97
Typha (taboa)	8.90	un	6	53.40
Cyperus Papyrus	34.56	un	44	1520.64
Zantedeschia aethiopica	15.00	un	6	90.00
Total (R\$)	5798.20			

*O carvão disponível no SINAPI é o "carvão antracito para filtro", sendo esse considerado para a estimativa econômica. Destaca-se que o carvão proposto é o carvão ativado advindo da casca da banana, o qual provavelmente não teria custo elevado.

**O azulejo de porcelana é resíduo da construção civil.

Com o intuito de comparar o custo benefício do sistema, calculou-se a economia gerada por esse, tendo como base as tarifas de água e esgoto do município de Campinas, Tabela 7.

Tabela 7. Economia com a água de reúso nas bacias sanitárias.

	Água	Coleta e Afastamento de Esgoto	Tratamento de Esgoto
Taxa (R\$)	32.82	26.27	14.12
Deduzir	736.45	590.04	316.73
Economia	Água	Col. e Afast. Esg.	Trat. Esg.
Volume (m ³ /mês)	R\$	R\$	R\$
Água total	157.6432	4437.40	3551.25
Água cinza	134.9920	3693.99	2956.20
Economia Total (R\$)	1658.29	743.41	319.83

• Consideração das normas técnicas

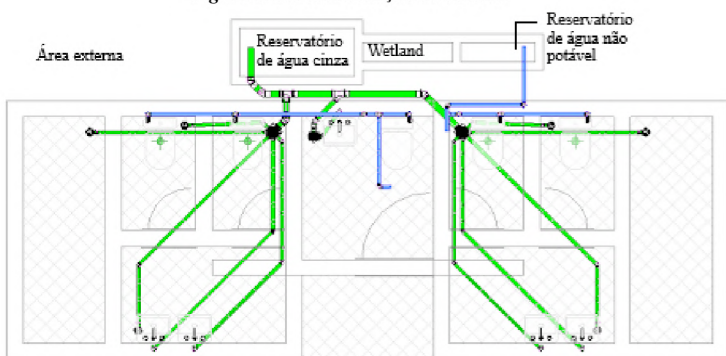
Para verificar a viabilidade técnica do sistema foram consideradas as normas técnicas da ABNT quando aplicáveis, sendo identificadas as seguintes normas relacionadas ao tratamento de águas cinzas:

- ✓ NBR16783:2019 – Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.
- ✓ NBR16782/2019 – Conservação de água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com as dimensões da *wetland*, fez-se um esboço da descentralização do sistema, ilustrado na Figura 1, levando em consideração as técnicas de instalações hidráulicas.

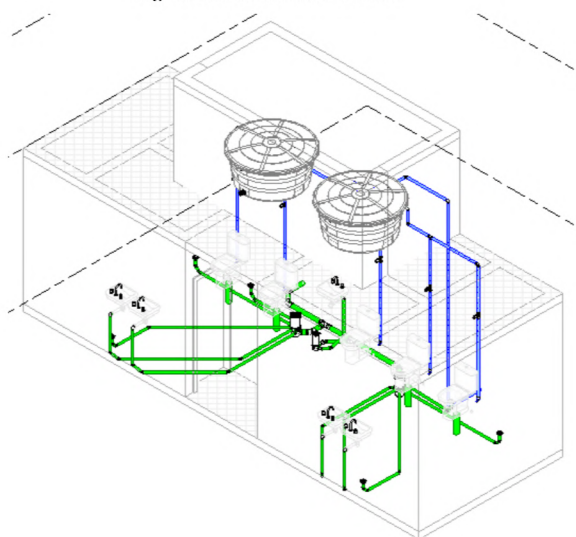
Figura 1. Descentralização do sistema.



Ressalta-se que é necessário o uso de bomba sapo no espaço interior ao reservatório para bombear a água não potável para o reservatório superior. Dessa forma, é possível visualizar o sistema completo, sendo que esse ocuparia um espaço relativamente pequeno na edificação e trataria 22.651,2 l de água. Como o sistema é capaz de tratar mais água do que necessita, a água tratada excedente poderia ser usada para a irrigação do jardim ou ser destinada a infiltração local. Destaca-se que não é interessante devolver para a rede essa água, uma vez que ela está com carga poluente menor do que a da rede e também pode não ser economicamente atrativo distribuir essa água para outros prédios constituintes do HIDS, visto que seria necessário construir toda a tubulação,

podendo necessitar de bombas para transportar a água. Ademais, sugere-se adicionar cloro à água não potável destinada para a irrigação do jardim, mas faz-se necessário a análise da cloração para a água destinada as bacias sanitárias, uma vez que esse ambiente é naturalmente contaminado, podendo ser dispensável essa etapa.

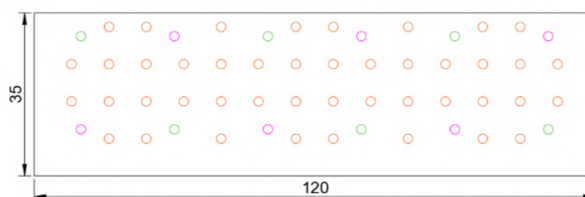
Figura 2. Isométrica do sistema.



A utilização de gaiola para a torneira de jardim também é recomendada, juntamente com a sinalização de placas para evitar que desavisados ingiram água não potável. Para a construção da tubulação também é indicado a utilização de cores com o intuito de evitar ligações indevidas em casos de reformas futuras, sendo a cor magenta a empregada para a tubulação de águas cinzas.

Para auxiliar na adesão da tecnologia por parte da população, sugere-se a utilização de corante azul para a água destinada às bacias sanitárias.

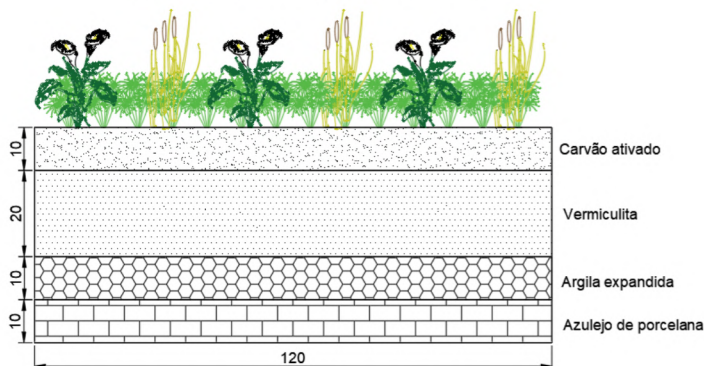
Figura 3. Alocação das plantas na wetland.



Com a presente análise, o sistema é capaz de proporcionar uma economia de 22.651,2 l de água por mês, gerando uma economia de 1.658,29 reais por mês, sendo, portanto, uma tecnologia sustentável e que promove um ambiente de lazer para os usuários do escritório. Nessa perspectiva, considerando as estimativas de custos levantadas, a economia gerada pagaria o sistema em menos de quatro meses de uso. Outrossim, enfatiza-se que o presente estudo é teórico, sendo indispensável a aplicação experimental para a verificação da eficiência do sistema e das adoções feitas, como o volume de água cinza produzido. Com esse estudo, notou-se que um escritório gera mais água cinza do que demanda água de reúso, havendo, portanto, uma janela de eficiência desperdiçada pela *wetland*, que conseguiria tratar mais do que o necessário. Com essa perspectiva, é mais interessante utilizar o sistema de *wetland* para mais edifícios, sendo

necessário interligar todas as construções de forma que elas recebessem água diretamente da *wetland* e não precisassem reservá-la no local, economizando material e otimizando a eficiência do sistema como um todo. Isso proporcionaria ao HIDS uma rede de tratamento descentralizado da rede central mas centralizada no Hub, o que geraria uma grande economia de água uma vez que geralmente se cobra o tratamento de esgoto por água consumida e, com o reúso seria consumida menos água em algumas atividades.

Figura 4. Wetland em perfil. Medidas em cm.



CONCLUSÕES:

Destarte, de acordo com a análise feita, o sistema de tratamento descentralizado de águas cinzas é viável técnica e economicamente, uma vez que o tratamento é eficiente para uso não potável, a área requerida para implementação é pequena, há disponibilidade em abundância de água cinza no escritório e os custos são relativamente baixos para implementação, sendo o custo benefício muito interessante na perspectiva sustentável do escritório.

BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA ANVISA. Segurança do Paciente em Serviços de Saúde: Higienização das Mãos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, p. 105, 2009.

ALMEIDA, R. DE A.; PITALUGA, D. P. DA S.; REIS, R. P. A. Tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico. *Revista Biociência, Unitaú*, v. 16, n. 2005, p. 73–81, 2010.

ALVARENGA, T. A.; LADEIRA, F. S. B. Mapeamento detalhado dos solos na fazenda Argentina (Campinas-SP). *Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP*, n. 26, p. 20396, 18 fev. 2019.

BAZZARELLA, B. B. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso-não potável em edificações. p. 165, 2005.

Equipamentos Economizadores. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=145>>. Acesso em: 15 dez. 2021.

GE, J. et al. New bipolar electrocoagulation-electroflotation process for the treatment of laundry wastewater. *Separation and Purification Technology*, v. 36, n. 1, p. 33–39, 2004.

GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. *Uso racional da Água em Edificações*. [s.l.: s.n.]. v. 1

KATUKIZA, A. Y. et al. A two-step crushed lava rock filter unit for grey water treatment at household level in an urban slum. *Journal of Environmental Management*, v. 133, p. 258–267, 2014.

MAHMOUDI, A.; MOUSAVI, S. A.; DARVISHI, P. Greywater as a sustainable source for development of green roofs: Characteristics, treatment technologies, reuse, case studies and future developments. *Journal of Environmental Management*, v. 295, 2021.

MARCELINO, G. R. et al. Construction waste as substrate in vertical subsurface constructed wetlands treating organic matter, ibuprofene, acetaminophen and ethinylestradiol from low-strength synthetic wastewater. *Science of the Total Environment*, v. 728, 2020.

MARCOS VON SPERLING; PABLO H. SEZERINO. **DIMENSIONAMENTO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO BRASIL . DOCUMENTO DE CONSENSO ENTRE PESQUISADORES E PRATICANTES**. [s.l.: s.n.].

MEDEIROS, D. L. et al. Human urine management in resource-based sanitation: water-energy-nutrient nexus, energy demand and economic performance. *Sustainable Production and Consumption*, 2021.

NATIONAL ENVIRONMENTAL ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE; WHO/UNICEF. Greywater Reuse in Rural Schools. *Wise Water Management*, n. January, 2007.

OLIVEIRA, G.; SCAZUFCA, P.; MARGULIES, B. N. Ranking do Saneamento Instituto Trata Brasil 2020 (SNIS 2018). p. 133, 2020.

Por que a universalização do saneamento básico é uma meta tão difícil de ser atingida no Brasil? - Pensar Brasil. Disponível em: <[PRAVEENA, S. M.; RASHID, U.; RASHID, S. A. Application of activated carbon from banana stem waste for removal of heavy metal ions in greywater using a Box–Behnken design approach. *Environmental Technology \(United Kingdom\)*, v. 41, n. 25, p. 3363–3374, 2020.](http://www.tratabrasil.org.br/por-que-a-universalizacao-do-saneamento-basico-e-uma-meta-tao-dificil-de-ser-atingida-no-brasil---pensar-brasil#:~:text=Para atingir a universalização do,investimentos de R%24 270 bilhões.> . Acesso em: 20 nov. 2020.</p>
</div>
<div data-bbox=)

SIQUEIRA, M. S. et al. Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014. *Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Unico de Saude do Brasil*, v. 26, n. 4, p. 795–806, 2017.

THOMAIDI, V. et al. Use of green roofs for greywater treatment: Role of substrate, depth, plants, and recirculation. *Science of the Total Environment*, 2021.

TONETTI, A. L. et al. **Tratamento De Esgotos Domesticos Em Comunidades Isoladas**. [s.l.: s.n.].