



# PROPOSTA DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS PARA USO NA AGRICULTURA A PARTIR DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

**Natan Pina Souza (ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA)**

[souza.natan@usp.br](mailto:souza.natan@usp.br)

**Stefanny Fernandes Vieira (ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA)**

[steffvieira@usp.br](mailto:steffvieira@usp.br)

**Patrícia Caroline Molgero da Rós (ESCOLA DE ENGENHARIA DE  
LORENA)**

[patriciadaros@usp.br](mailto:patriciadaros@usp.br)

**Marco Antonio Carvalho Pereira (ESCOLA DE ENGENHARIA DE  
LORENA)**

[marcopereira@usp.br](mailto:marcopereira@usp.br)

*O Planeta Terra está sendo destruído lentamente. Inúmeras florestas estão sendo desmatadas todos os dias, diversas espécies de plantas e de animais estão constantemente em risco de extinção, bem como toneladas de lixo são descartadas de maneira incorreta. Desta forma, o planeta pede por ajuda, e o recurso mais importante para que haja vida, é a água. Com essa mentalidade, a proposta desse trabalho é a construção de um sistema de filtração de águas cinzas a um baixo custo e com materiais de fácil acesso, visando a reutilização da mesma em irrigação por gotejamento. Para isso, os alunos do primeiro ano de Engenharia de Produção, através da metodologia pesquisa-ação, realizaram 5 prototipações diferentes, construindo filtros, caixas de gordura e armazenamento, e fazendo as adaptações necessárias de acordo as características finais da água obtida até chegarem ao resultado mais próximo ao esperado. O sistema obtido é composto pela água proveniente de pias e lavatórios, que é direcionada a uma caixa de gordura e, após o processo, é levada para um filtro de carvão ativado. Por fim, a água flui para uma caixa de armazenamento que distribui, através de mangueiras, uma água transparente, limpa e sem odor para a plantação.*

*Palavras Chave: Águas-Cinzas, Irrigação, Reutilização, Sustentabilidade.*

## 1. Introdução

A Agenda 2030 elaborada pela ONU propõe 17 Objetivos para Desenvolvimento Sustentável (ODS), desdobradas em 169 metas voltadas para a erradicação da pobreza no mundo (ONU, 2020a). Essas metas visam uma vida na qual todos tenham os direitos sociais fundamentais.

Para se ter uma vida digna é imprescindível que haja acesso à água potável, que é um bem finito da humanidade. Porém, apenas 2,4% de toda água do planeta é doce e somente 0,02% está disponível para o consumo humano (ONU, 2020b). Com o objetivo de alertar e conscientizar a população sobre a importância da preservação dos bens hídricos, a ONU divulgou a Declaração Universal dos Direitos da Água, na qual um dos temas relevantes apresentados é a consciência ambiental (ONU, 2020c).

Noutsopoulos et al. (2018), afirma que uma pessoa produz em média 98 litros de água cinza por dia. Essa água não apresenta características poluentes, e por meio de um simples tratamento pode passar a estar dentro de um padrão mínimo para ter seu reuso de forma não potável (como irrigação de hortas familiares, lavagem de quintais e descargas de banheiros) (PENSAMENTO VERDE, 2014).

Segundo o Censo Agropecuário de 2017, a agricultura familiar possui grande peso na economia nacional, com um faturamento anual de US\$ 55,2 bilhões. Ademais, é a principal fonte de renda de aproximadamente 90% dos pequenos municípios brasileiros e de 70% da população pobre que vive nos campos (IBGE, 2020).

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma proposta de um protótipo para filtração de águas cinzas, visando o reuso destas na irrigação da agricultura.

Este protótipo foi desenvolvido por alunos do 1º ano do curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL-USP) na disciplina de Projeto Integrado de Engenharia de Produção I a partir da metodologia de aprendizagem baseada em projetos. Esta disciplina propõe aos ingressantes do curso que desenvolvam um projeto e entreguem ao final do semestre um protótipo a partir de um tema que é apresentado a eles no início do semestre. Este projeto foi desenvolvido no primeiro semestre de 2019, no qual foi designado como tema “*Cidades e Comunidades Sustentáveis*”, que teve como objetivo “*tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis*” (ONU, 2020a). Aprendizagem baseada em projetos é uma metodologia de aprendizagem ativa que consiste em desenvolver projetos baseados em problemas reais, a fim de desenvolver nos alunos os conhecimentos e habilidades que são esclarecidos na teoria MESQUITA et al, 2019).

Essa metodologia em cursos de engenharia é reconhecida como uma forma eficaz de preparar os alunos para a carreira profissional (JOLLANDS; MOLYNEAUX, 2012) e sua aplicação vem crescendo devido ao seu impacto positivo na aprendizagem e no engajamento dos alunos (POWELL; WEENK, 2003; GRAAFF; KOLMOS, 2007).

## **2. Águas cinzas e seu reuso**

Águas cinzas são águas que são usadas em processos não industriais, como lavagem de roupa, louça e banhos. Ela corresponde a cerca de 50% a 80% do esgoto residencial, e recebe esse nome pela sua característica turva. Elas são diferentes das águas negras, que são águas provenientes dos vasos sanitários e possuem muitos poluentes. (PENSAMENTO VERDE, 2014).

Para Fernandes, Fiori e Pizzo (2006), “Reuso da água é a reutilização da água, que, após sofrer tratamento adequado, destina-se a diferentes propósitos, com o objetivo de se preservarem os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade”.

### **2.1. Aspectos quantitativos das águas cinzas**

Através de um estudo realizado por Boyjoo, Pareek e Ang (2013) foram constatados que entre 41 e 91% de toda água consumida em ambientes domésticos é transformada em água cinza. De acordo com Noutsopoulos et al. (2018), uma pessoa produz diariamente em média de 98 litros de água cinza, o que representa 70 a 75% da produção total de águas residuais domésticas que iriam ser descartadas, este, por sua vez, representa aproximadamente por dia 135 litros de água por pessoa.

### **2.2. Aspectos qualitativos das águas cinzas**

Para Gonçalves (2009), os fatores determinantes para o uso das águas cinzas tratadas são os aspectos estéticos. Portanto, é importante que as águas de reuso apresentem cor imperceptível, baixa turbidez e ausência de odor e de qualquer outro composto que apresente algum aspecto desagradável.

#### **2.2.1. Características químicas, físicas e microbiológicas**

Os efluentes da cozinha possuem, além de restos de alimentos, amido, glicose e lipídios, muitos produtos químicos que são originados por surfactantes, como, xampus, produtos de limpeza,

dentre outros. Com isso, tem-se a necessidade de ser instalado uma caixa de gordura com um filtro, pois ela terá a função de retê-los. Ademais, é necessário fazer o descarte adequado dos surfactantes, uma vez que podem causar a aceleração da eutrofização (SANTANA, 2013).

Cor, turbidez, concentração de sólidos dissolvidos e temperatura são fatores de maiores importâncias a serem verificados, pois contribuem para o desenvolvimento acentuado de microrganismos (BAZZARELLA, 2005). Apesar das águas cinzas não possuírem contribuição das águas e dejetos dos vasos sanitários, atividades normais como lavar as mãos após o uso do vaso sanitário e o banho, podem reter esses agentes nas águas.

### **2.3. Tratamento das águas cinzas**

Sendo a agricultura o destino de reuso principal, os efluentes passam por um processo de tratamento para que alimentos gotejados pela água cinza tratada não sejam contaminados e não comprometam a saúde humana. Para isso, as águas devem passar por um sistema físico-químico (floculação, decantação, coagulação, flotação) ou por um sistema aeróbico de tratamento biológico de lodos ativados. Em seguida, devem ser encaminhadas para um sistema físico (filtração) (SAUTCHUK, Carla et al., 2005).

#### **2.3.1. Caixa de gordura**

Caixas de gordura são dispositivos para retenção de material gorduroso proveniente das pias de cozinha (GASPERI, 2012). A instalação delas é exigida por muitos municípios para a liberação de ligações de esgoto, visando reduzir a concentração de óleos e graxas. Segundo Pascale, Vendramel, Souza (2016), os resíduos gordurosos em caixas de gordura possuem um alto potencial poluidor, portanto existem exigências legais para o seu tratamento, visando não impactar o meio ambiente.

#### **2.3.2. Filtração lenta**

De acordo com Hymno et al. (2017), a turbidez da água é a única característica a ser controlada após a filtração, e valores elevados indicam falhas no sistema de tratamento.

Em sistemas onde o filtro possui baixa taxa de filtração diária, o tratamento da água é feito principalmente por atividades biológicas. Para esse tipo de técnica, não são utilizados produtos químicos, e, além disso, o sistema de filtração pode ser construído com materiais de fácil acesso (GIMBEL, GRAHAM, COLLINS, 2006; LANGENBACH, et al. 2010).

### **2.3.2.1. Carvão ativado**

O carvão ativado possui propriedades que dependem das estruturas porosas e grupos químicos presentes na sua superfície. As propriedades químicas dependem da presença de grupos ácidos ou básicos na sua superfície, enquanto as físicas dependem da sua área superficial e a porosidade. Esta última é um dos aspectos mais importantes do carvão ativado, pois os poros que determinam a adsorção de determinadas moléculas (ANDRADE, 2014). Conforme a empresa Fusati (2019) existem apenas dois métodos de remover os poluentes de água através do carvão ativado, que são a redução catalítica e a adsorção.

### **2.4. Desinfecção**

O cloro é uma opção na desinfecção da água. Segundo a empresa Hidrogeron (2016), esse elemento tem uma grande capacidade de oxidação de microrganismos que estão presentes na água, devido às rápidas reações que ocorrem quando a substância é adicionada na água.

O hipoclorito de sódio (conhecido como água sanitária) é uma outra opção. É uma substância utilizada para desinfetar superfícies e para purificar a água para uso e consumo humano, reduzindo as chances de contaminação por bactérias ou vírus (ABREU, 2020).

## **3. Metodologia**

O desenvolvimento do projeto ocorreu baseado no método de pesquisa-ação reconhecido na Engenharia de Produção como uma estratégia de pesquisa que integra a busca por produzir conhecimento com a resolução de um problema prático (COUGHLAN; COGHLAN, 2002; MELLO et al., 2012). O projeto foi realizado em etapas e à medida que ele evoluiu ao longo do semestre, aprendizados adquiridos eram aplicados na etapa seguinte.

A primeira etapa consistiu em uma prototipação básica feita a partir de materiais recicláveis disponibilizados em aula. A segunda etapa consistiu na montagem do filtro e a realização dos primeiros testes com ele. A terceira etapa foi destinada ao aprimoramento do filtro, com a realização de novos testes e novos aprendizados sobre funcionamento e rendimento na purificação das águas cinzas. A quarta etapa teve como foco a montagem da caixa de gordura, e novos testes foram feitos com o filtro e a caixa de gordura já instalada após o processo de filtração. Por fim, a quinta e última etapa consistiu na montagem final. Cada uma das etapas da

construção deste sistema de tratamento de águas cinzas é similar aos ciclos de uma pesquisa-ação, no qual o pesquisador aprende sobre o objeto pesquisado durante a execução da pesquisa.

#### **4. Resultados e discussões**

Essa seção apresenta o detalhamento de cada uma das 5 etapas da construção de um protótipo para o tratamento de águas cinzas a partir de materiais de fácil acesso e custo. A água utilizada em todas as etapas foi proveniente de pia de cozinha e de laboratórios.

##### **4.1. Etapa 1: montagem inicial básica**

No segundo mês da disciplina de projeto, foi aplicado um *workshop* de *Design Thinking* (PEREIRA et al, 2019) com o objetivo de estimular a criatividade e realizar a montagem de um protótipo básico conceitual utilizando materiais simples disponibilizados pelo professor, tais como uma caixa de papelão que foi utilizada para simular uma caixa de gordura, um copo plástico e massinha de modelar que foram utilizados para representar as diferentes camadas de um filtro e tubos de pastilhas de medicamentos que foram utilizados para representar conexões, dentre outros materiais.

Essa montagem, apesar de simples, foi de extrema importância pois permitiu uma primeira visualização prática do protótipo pretendido.

##### **4.2. Etapa 2: primeira montagem do filtro**

Com base na literatura pesquisada, foi construído um filtro em uma garrafa pet de 2 litros com 5 camadas de filtração, na qual foram inseridas na seguinte ordem: areia, cascalho grosso, algodão, cascalho fino e carvão ativado, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Ordem de materiais do filtro utilizada na etapa 2



Fonte: Autores

Testes foram realizados e constatou-se que a água que entrava transparente na parte superior do filtro, saía totalmente escura e que a areia se deslocava para camadas inferiores do filtro. Após a análise deste problema, decidiu-se construir o filtro em uma garrafa menor, lavar bem os materiais de cada uma das camadas para que nenhuma impureza pudesse ser adicionada na água e colocar uma quantidade maior de algodão visando uma maior eficiência o processo de filtração.

#### 4.3. Etapa 3: montagem de um novo filtro

Baseado nos aprendizados da etapa anterior, foi construído um novo filtro em uma garrafa pet de 500mL e com os materiais filtrantes em outra sequência, na qual foram inseridas na garrafa na seguinte ordem: algodão, carvão ativado, cascalho fino, cascalho grosso e areia, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Ordem de materiais do filtro utilizada na etapa 3



Fonte: Autores

Com as mudanças, a coloração da água cinza melhorou, já que com a lavagem dos materiais nenhuma coloração era adicionada, e com a maior quantidade do algodão a água era filtrada por mais tempo, já que permanecia um tempo maior nesta primeira camada de filtração, entretanto após um tempo o algodão começou a impedir a passagem de água, deslocando todas as camadas superiores e misturando-as com as outras camadas, deixando assim, a eficiência prejudicada.

#### **4.4. Etapa 4: montagem de todo sistema de tratamento**

Novas pesquisas foram feitas a respeito do filtro com o auxílio da professora de Química e a análise dos resultados da etapa anterior.

Para fazer a caixa de gordura foram utilizadas uma caixa de sorvete e duas tampas. Foi cortado uma parte de uma tampa e inserido dentro da caixa, de forma que formasse uma barreira, mas com um espaço sobrando embaixo para somente a água passar para o outro lado. Para a água

chegar até a caixa de gordura, foi colocado um cano com uma peneira na borda da caixa para as águas virem direto da residência e sem resíduos sólidos.

Para o filtro, novamente foi utilizada uma garrafa pet de 500mL de diâmetro menor que a anterior, para que as camadas de materiais filtrantes tivessem uma altura maior. Desta vez, os materiais foram inseridos na garrafa na seguinte sequência: algodão, cascalho fino e grosso misturados, carvão ativado, areia e brita, conforme mostra a Figura 3.

Para o armazenamento, foram utilizadas uma caixa de sorvete e uma tampa. A estrutura da caixa de sorvete foi mantida, foi feito apenas um furo na parte superior, para que a água fosse diretamente do filtro para o armazenamento e um furo para encaixar uma mangueira.

Para o sistema de gotejamento, foi utilizado uma mangueira com pequenos furos salteados, que irrigavam todas as plantas.

A interligação de todos os processos foi feita com tubos de papelão grossos.

Com esta montagem, foi observado que a caixa de gordura não realizava a completa remoção de óleos, mas que o filtro, o armazenamento e o sistema de gotejamento funcionavam como era desejado, pois as águas chegavam às plantações limpas, transparentes e sem odores. Assim, foi observado a necessidade de mais estudos sobre a caixa de gordura.

Figura 3 - Ordem de materiais do filtro utilizada na etapa 4



Fonte: Autores

#### 4.5. Etapa 5: montagem final

Uma nova caixa de gordura foi construída a partir da utilização de um balde de 18 litros, no qual foi inserido um cano na parte superior, juntamente com uma peneira inserida na borda do cano para as águas de uma residência serem encaminhadas diretamente para o processo de tratamento, sem conter resíduos sólidos. Também foi inserido um cano na parte central do balde, para que as águas já sem óleos fossem encaminhadas para a próxima etapa de tratamento. Como na etapa anterior constatou-se que a barragem de óleos na caixa de gordura ainda não tinha a eficiência desejada, foi feita uma caixa de gordura por densidade, pois pelo conceito, os óleos, por serem menos densos que a água, ficariam na parte superior da caixa de gordura e não iriam passar para a próxima etapa de tratamento, o filtro.

Pela eficácia do filtro na etapa 4 a metodologia foi mantida, no entanto, nessa etapa de montagem foi utilizado um tubo de PVC de 3 polegadas na estrutura do filtro, onde cada material foi inserido com 4 cm de altura e na mesma sequência da etapa anterior: algodão, cascalho fino e grosso misturados, carvão ativado, areia e brita.

Para o armazenamento foi utilizado uma caixa organizadora de 25 litros, a fim de comportar toda a água tratada. Na caixa organizadora foi inserido um cano na parte superior que era alimentado pelas águas que entram no processo e passavam pela peneira, pela caixa de gordura e pelo filtro.

Para ocorrer a distribuição das águas tratadas, foi inserido uma mangueira na parte inferior do armazenamento.

Na mangueira ocorria o processo de distribuição das águas tratadas por gotejamento, assim foi feito pequenos furos salteados para ocorrer a distribuição das águas pelo sistema de gotejamento; este por sua vez, foi distribuído em uma placa de grama com plantas.

Para a interligação de todos os processos foi utilizado canos de PVC e cotovelos que foram vedados com Veda Calha; e foi pintado de tinta spray preta.

Para haver a distribuição das águas por gravidade, foi construído um suporte de madeira para a caixa de gordura e para o filtro, para ficarem com a altura necessária.

E após vários testes, constatou-se que o objetivo do projeto foi alcançado: construir um sistema de tratamento de águas cinzas que permita que a água resultante possa ser usada para irrigação de hortaliças e plantas, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 - Desenho do protótipo construído



Fonte: Autores

#### 4.6. Custo do Protótipo

O custo da construção do protótipo foi de R\$ 163,00 conforme mostra a Figura 5. Além dos materiais que foram comprados, também foram utilizados, mas não geraram custo para o projeto, os seguintes materiais: balde, areia, brita, mangueira e suporte de madeira.

Figura 5 - Custos dos Materiais comprados

<b>Materiais</b>	<b>Preço (R\$)</b>
Peneira	1,00
Cano de 3 polegadas	6,00
Algodão	3,00
Cascalho fino	13,00
Cascalho grosso	13,00
Carvão ativado	20,00
Caixa organizadora de 25L	30,00
Placa de grama	3,00
Plantas	12,00
Canos e cotovelos	30,00
Veda Calha	20,00
Tinta em Spray	12,00

Fonte: Autores

## 5. Conclusão

O projeto teve como objetivo contribuir com a redução do desperdício de água doce no mundo, visando aproveitá-la na agricultura familiar. Conforme o desenvolvimento do projeto e do aprofundamento em pesquisas, foram encontrados números significativos de desperdício das águas cinzas (98 litros por pessoa em uma residência) e que podem ser facilmente tratadas.

O protótipo construído de maneira fácil, rápida e barata permite constatar que é possível aproveitar praticamente toda a água proveniente de banhos, pias, banheiras, máquinas e lavatórios para fins não potáveis, gerando assim não só a economia em contas de água, mas também a conscientização de que se cada pessoa passar a reutilizar um bem tão importante para a existência da vida, é possível reduzir o grande impacto que sua falta pode causar.

Portanto, com os resultados obtidos, a proposta de um sistema de filtração de águas cinzas é relevante, pois ele possui uma boa relação custo-benefício na sua implantação, bem como um baixo custo operacional e de manutenção. Isso resulta na economia da conta de água, inserção em programas de uso racional e promove a preservação do meio ambiente devido a economia de água, colaborando para a formação de cidades e comunidades mais sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Mafalda. **Hipoclorito de sódio: o que é, para que serve e como usar**, 2020. Disponível em:  
<<https://www.tuasaudef.com/hipoclorito-de-sodio/>> Acesso em: 15 Abr. 2020.
- ANDRADE, Robson. **Preparação e Caracterização de Carvão Ativado a partir de Material Alternativo Lignocelulósico**. 2014. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Química) - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014. Disponível em:  
<<http://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-QUIMICA/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Robson.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2020.
- BAZZARELLA, Bianca. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. 2005. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo Centro Tecnológico, Vitória, ES, 2005. Disponível em:  
<[http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_6573\\_Bazzarella\\_BB\\_2005.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6573_Bazzarella_BB_2005.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2020.
- BOYJOO, Y.; PAREEK, V. K.; ANG, M. A review of greywater characteristics and treatment processes. **Water Science and Technology**, n.7, p.67, p. 1403-1424, 2013. Disponível em:  
<https://iwaponline.com/wst/article/67/7/1403/17555/A-review-of-greywater-characteristics-and>. Acesso em: 26 abr. 2020.
- COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, Dublin, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002. DOI:  
<http://dx.doi.org/10.1108/01443570210417515>. Disponível em:  
<http://www.dep.ufmg.br/old/disciplinas/epd804/artigo3.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- FERNANDES, Vera Maria Cartana; FIORI, Simone; PIZZO, Henrique. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações**. Porto Alegre, v. 6, n. 1, 2006. Disponível em:  
<https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewFile/3676/2042>. Acesso em: 17 abr. 2020.
- FUSATI Filtro de Água. **Saiba O Que É Carvão ativado E Porque É Usado Em Filtros**. Fusati Filtros, 2019. Disponível em:<<https://www.fusati.com.br/saiba-o-que-e-carvao-ativado-e-por-que-e-usado-em-filtros/>> Acesso em: 10 maio 2020.
- GASPERI, Renata. **Caracterização de Resíduos de Caixas de Gordura e avaliação da flotação como alternativa para o pré-tratamento**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em:  
<[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-12062013-145456/publico/Renata\\_Degasper\\_i\\_2012.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-12062013-145456/publico/Renata_Degasper_i_2012.pdf)>. Acesso em 10 de Abr. 2020.

GIMBEL, R.; GRAHAM, N. J. D.; COLLINS, M. R. **Recent Progress in Slow Sand and Alternative Biofiltration Processes**. Padstow: International Water Organization, 2006. 581p.

GONÇALVES, Ricardo. *et al.* **Uso racional de água e energia: Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**, Rio de Janeiro: ABES, 2009. *E-book*.

GRAAFF, E.; KOLMOS, A. **Management of change: implementation of problem-based and project-based learning in engineering**. Rotterdam: Sense Publishers, 2007.

HIDROGERON Tratamento de Água e Esgoto. **Quais são os métodos de desinfecção mais eficientes no tratamento de água?** Hidrogeron, 2016. Disponível em: <<https://hidrogeron.com/2016/12/30/metodos-de-desinfeccao-no-tratamento-de-agua-de-abastecimento-publico-quais-sao-os-mais-eficientes/>>. Acesso em: 10 maio 2020.

HYMNÔ, Fernando, et al. Diagnóstico e discussão sobre uso da Filtração Lenta para abastecimento público em Santa Catarina, Brasil. **Revista DAE**, São Paulo, v. 66, n. 209, p. 37-50. jan./fev./mar. 2018. DOI:10.4322/dae.2017.013. Disponível em: <[http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_209\\_n\\_1698.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_209_n_1698.pdf)>. Acesso em 10 de Abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**. IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 26 abr. 2020.

JOLLANDS, M., JOLLY, L.; MOLYNEAUX, T. Project-based learning as a contributing factor to graduates' work readiness. **European Journal of Engineering Education**, v. 37, ed. 2, p. 143-154, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.665848>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03043797.2012.665848>. Acesso em: 16 abr. 2020.

LANGENBACH, Kai, *et al.* **Water research**. Modeling of slow sand filtration for disinfection of secondary clarifier effluent. v. 44, n. 1, p. 159-166, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.09.019>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135409005995?via%3Dihub>. Acesso em: 26 abr. 2020.

MELLO, Carlos, *et al.* Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução, **Produção**, v. 22, n.1, p. 1-13, jan/fev. 2012. DOI: 10.1590/S0103-65132011005000056. Disponível em: [https://www.scielo.br/pdf/prod/v22n1/aop\\_t6\\_0010\\_0155.pdf](https://www.scielo.br/pdf/prod/v22n1/aop_t6_0010_0155.pdf). Acesso em: 11 abr. 2020.

MESQUITA, Diana, *et al.* What can be recommended to engineering teachers from the analysis of 16 European teaching and learning best practices? *In: SEFI 47th Annual Conference*, 2019, Budapest. **Proceedings of the SEFI 47th Annual Conference**. Budapest, 2019. p 770-779.

NOUTSOPOULOS C. *et al.* Greywater characterization and loadings–Physicochemical treatment to promote onsite reuse. **Journal of environmental management**, v. 216, p. 337-346, 2018. DOI: 10.1016 / j.jenvman.2017.05.094. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479717305790?via%3Dihub>. Acesso em: 14 maio 2020.

Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030**. ONU. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods11/>. Acesso em: 26 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Conheça a ONU**. ONU. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca/>. Acesso em: 16 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **A ONU e a água**. ONU. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/agua/>. Acesso em: 26 abr. 2020.

PASCALE, N. C.; VENDRAMEL, S. M. R.; SOUZA, S. L. Q. **Caracterização e tratamento de resíduos gordurosos derivados de efluentes gerados por indústrias avícolas e suínícolas**, 2016. Disponível em: <<https://proceedings.science/sita/trabalhos/caracterizacao-e-tratamento-de-residuos-gordurosos-derivados-de-efluentes-gerados-por-industrias>> Acesso em: 16 abr. 2020.

PENSAMENTO VERDE. **Qual é a diferença entre água cinza e água negra?**, 2014. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/diferenca-agua-cinza-agua-negra/>> Acesso em: 10 maio 2020.

PEREIRA, M. A. C.; REY, M. C. O.; FONSECA, L. B.; SALIM, C.; REIS, C.; LEMOS, W. M. Application of Design Thinking and On-site Customer validation for projects with Engineering freshman students. *In: 11th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education*, 2019, Esprit. **Proceedings of the PAEE/ALE'2019, 11th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE)**. Esprit: 2019. v.único. p.32 - 39.

POWELL, P. C.; WEENK, W. **Project-led engineering education**. Utrecht: Lemma Publishers, 2003.

SANTANA, Eduardo. **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE FILTRAGEM PARA TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA VISANDO O SEU REÚSO**. 2013. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Magister Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa, MG, 2013. Disponível em:

<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10443/texto%20completo.pdf?sequence=1>. Acesso em:  
11 abr. 2020.

SAUTCHUK, Carla, *et al.* **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo: Pro1, 2005. 152p.  
Disponível em: <[www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/manual\\_agua.pdf](http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/manual_agua.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2020.