

## **Educação Ambiental a partir do conhecimento dos estudantes sobre Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes**

**Environmental Education from the students' knowledge about Sewage Treatment Plant by Root Zone**

**Educación Ambiental desde el conocimiento de los estudiantes sobre Planta de Tratamiento de Aguas Servidas por Zona de Raíces**

Recebido: 18/05/2021 | Revisado: 28/05/2021 | Aceito: 02/06/2021 | Publicado: 17/06/2021

**Débora Taina da Silva de Lima**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9414-2381>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Brasil

E-mail: [deborahaina25@gmail.com](mailto:deborahaina25@gmail.com)

**Norma Barbado**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0562-3958>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Brasil

E-mail: [norma.barbado@ifpr.edu.br](mailto:norma.barbado@ifpr.edu.br)

**Jaqueline Moritz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2877-7642>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Brasil

E-mail: [jaqueline.moritz@ifpr.edu.br](mailto:jaqueline.moritz@ifpr.edu.br)

### **Resumo**

A educação ambiental, em ambiente formal e informal, é crucial para a promoção da consciência ambiental da comunidade. Através de ações com divulgação científica, ela pode ser transformadora, impactando fatores econômicos, sociais e ambientais. Considerando problemas que afetam a saúde pública e provocam impactos ambientais, destaca-se a questão do saneamento básico. No Brasil, parte da população não é assistida por rede de saneamento básico, destinando inadequadamente seus efluentes e/ou ingerindo água não tratada. Nesse sentido, o tratamento de esgoto por zona de raízes, como alternativa sustentável, vem demonstrando eficácia e baixo custo de implantação, o que, todavia, não é muito conhecido. Assim, esse estudo teve por objetivo utilizar a educação ambiental como forma de disseminar conhecimentos sobre a relevância do tratamento de esgoto por zona de raízes. Inicialmente, realizou-se um diagnóstico online sobre o conhecimento do tratamento de efluentes com alunos do Ensino Médio de uma escola pública do Paraná. Os resultados revelaram que muitos dos participantes não tinham conhecimento sobre o zoneamento de raízes, dificultando nas respostas. Diante disso, percebeu-se a grande necessidade do desenvolvimento de ações educativas sobre o assunto. Dessa forma, foi desenvolvido um Flyer informativo sobre a temática, visando suprir algumas lacunas identificadas junto aos estudantes. Por fim, sugere-se que sejam implementadas mais ações de Educação Ambiental com essa temática, nas mais diversas formas de comunicação, com vistas à divulgação científica e sensibilização da população quanto à importância do tratamento dos efluentes, na direção da preservação, conservação do meio ambiente e qualidade de vida.

**Palavras-chave:** Conscientização ambiental; Tratamento de efluentes; Saneamento básico.

### **Abstract**

Environmental education, in a formal and non-formal environment, is crucial for promoting environmental awareness in the community. Through actions with scientific dissemination, it can be transformative, impacting economic, social and environmental factors. Regarding issues that affect public health and cause environmental impacts, basic sanitation stands out. In Brazil, part of the population is not assisted by a basic sanitation network, resulting in improper effluents disposal and consumption of untreated water. In this sense, sewage treatment by root zone, as a sustainable alternative, has increasingly demonstrated its effectiveness and low cost of implementation, however it is not well known. Thus, this study aimed to use environmental education to disseminate knowledge about the relevance of sewage treatment by root zone. Initially, an online diagnosis was conducted about the knowledge of effluent treatment with high school students from a public school in Paraná. The results revealed that many of the students were unaware of the root-zone technique, making it difficult to assert the answers. Remarkably, it was realized the great need for the development of educational actions on the topic. Thus, an informative Flyer on the theme was created in order to fill some gaps identified with students. Finally, it is suggested that more Environmental Education actions about this theme be implemented, in the most diverse forms of communication, with a view to scientific

dissemination and awareness of the population regarding the importance of the correct treatment of effluents, in favor of the preservation, conservation of the environment and quality of life.

**Keywords:** Environmental awareness; Wastewater treatment; Sanitation.

### Resumen

La educación ambiental, en un ambiente formal y no formal, tiene fundamental importancia para la promoción de la conciencia ambiental comunitaria. Por medio de acciones de divulgación científica, esa temática puede ser transformadora, impactando factores económicos, sociales y ambientales. Considerando los problemas que afectan la salud pública y provocan impactos ambientales, el saneamiento básico presenta destaque. En Brasil, parte de la población no tiene acceso a servicios de saneamiento básicos, desechando inadecuadamente sus efluentes e ingiriendo agua no tratada. El tratamiento de aguas residuales por zona de raíces, como alternativa sostenible, demuestra creciente eficacia, con bajo costo de implementación, aunque no sea un procedimiento conocido. Esa investigación objetiva utilizar la educación ambiental para difundir la importancia y relevancia del tratamiento de aguas residuales por zona de raíces. Inicialmente, fue realizado un diagnóstico en línea sobre el conocimiento del tratamiento de efluentes con estudiantes de secundaria de una escuela pública del estado de Paraná. Fue observado que muchos de los participantes no conocían la zonificación de raíces, lo que dificultó las respuestas. Por consecuencia, notamos la necesidad de acciones educativas sobre el tema. Así, se elaboró un Flyer informativo para solucionar algunas deficiencias identificadas junto a los estudiantes. Finalmente, se sugiere que sean implementadas acciones de Educación Ambiental en diversas formas de comunicación, visando a la divulgación científica y sensibilización de la población sobre la importancia del correcto tratamiento de los efluentes, para la preservación, conservación del medio ambiente, y para la calidad de vida.

**Palabras clave:** Conciencia ambiental; Tratamiento de aguas residuales; Saneamiento básico.

## 1. Introdução

A Educação Ambiental (EA), no Brasil, teve seu início há cerca de trinta anos, quando as esferas social, educacional e científica se conjugaram na compreensão e atuação ativa para proteção e conservação dos recursos naturais. A partir deste ponto, percebe-se que a história da EA no país ocorreu de forma não retilínea, de modo que “diversas problemáticas estiveram de encontro ao seu processo de implantação e desenvolvimento, seja no campo de ensino formal, não formal ou informal” (Guedes, 2012). Nesse contexto, a Constituição Federal brasileira, em seu Art. 223, inciso VI, estabelece a promoção da EA como dever do Estado e de todos, em todos os níveis de ensino, além da conscientização pública para a preservação do meio ambiente (Brasil, 1988). Assim, a EA deve ser trabalhada em ambientes formais e não formais, por meio de projetos e ferramentas que incentivem a sociedade à conservação ambiental. Além disso, com as modificações da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB), Lei No 9394/1996, da instituição dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), a EA passou a integrar os eixos transversais de ensino, sendo a abordagem da temática um dever de muitas áreas dentro do ensino formal, no Brasil. Vale ressaltar que, para além da temática educacional de EA, deve-se incluir ações em todas as formas de ensino. Segundo Fernandes e Fernandes (2012), a EA pode assumir o papel de conscientização do ser humano em relação ao ambiente, de forma que ele compreenda que está inserido neste processo e perceba assim o cuidado que deve exercer. Nesse contexto, este estudo destaca a importância de associar a EA com questões sobre tratamento de efluentes.

Para Gohn (2006), a discussão sobre educação formal é quase indissociável da educação informal, de modo a delimitar as formas nas quais ambas ocorrem. A educação formal é aquela desenvolvida nas escolas, com conteúdo previamente demarcado. Já a informal, ocorre quando os indivíduos aprendem durante seu processo de socialização (na residência, bairro, clube, entre outros ambientes), a qual é carregada de cultura e valores próprios, de pertencimento e de sentimentos herdados. Por fim, e não menos importante, a educação ambiental não formal é aquela que se aprende “no mundo da vida”, via processos de compartilhamento de experiências, com planejamento pedagógico intencional em espaços não formais (Coimbra & Cunha, 2005). Segundo Vieira (2005), a maneira em que a EA não formal é proposta, possui uma maior flexibilidade em formas de realização. Sendo assim, os processos de EA podem ser distinguidos pela forma (sistematizada ou não) ou pelo espaço em que ocorrem (na escola ou fora dela), partindo de conhecimentos, sejam estes científicos ou apenas

senso comum, que são frequentemente propagados.

Perante o crescimento da população humana, Santos, Borges, Cândida e Fehr (2010) elencam que há um aumento considerável de problemas relacionados aos recursos hídricos. Nesse sentido, Beltrame, Beltrame, Lhamby e Pires (2016, p. 28) relata que “uma das causas da contaminação da água e do solo é o despejo inadequado de efluentes ao meio ambiente”. Além disso, Nozaki (2007) afirma que a maioria das doenças vinculadas à defasagem de saneamento básico está relacionada à água contaminada. De acordo com a Lei Federal No 11.445/2007, são serviços de saneamento básico: infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgoto sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2006, p. 14) define o termo saneamento como:

Conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.

No Brasil, a preservação e controle do meio ambiente estão regulamentados pela Lei No 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente. Em seu Art. 3º define-se:

I - Meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas; II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente; III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde pública, a segurança e o bem-estar da população. (Brasil, 1981)

Os recursos hídricos sempre foram um fator limitante ao desenvolvimento humano, devido aos múltiplos usos da água. A Lei Nº 9.433/1997, conhecida por “Lei das Águas”, em seu Art. 1º apresenta dois usos prioritários para a água, o consumo humano e animal (Brasil, 1997). Segundo Pagliarini, Norberto, Parolin e Crispim (2011), parte da água utilizada pela população brasileira está contaminada por esgoto sanitário, gerando grande preocupação às autoridades, pois quanto maior for o despejo de esgoto em cursos d’água, mais investimentos serão necessários à saúde.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017), cerca de 60% dos domicílios brasileiros possuem redes coletoras de esgotos, o problema é ainda maior nas comunidades rurais e de baixa renda. Diante da carência de esgotamento sanitário no Brasil, o uso de soluções /alternativas viáveis e sustentáveis para sanar esta problemática podem contribuir para a redução dos níveis de contaminação da água e do solo, além de proporcionar melhor qualidade de vida à população.

Nesse sentido, Lemes, Schirmer, Kaick, Abel e Bárbara (2008) cita que a partir da situação socioeconômica brasileira, investimentos voltados a tecnologias alternativas para tratar esgotos sanitários estão sendo cada vez mais viáveis e necessários. Uma das tecnologias é a utilização do tratamento do efluente com plantas, ressaltado por Brix (1994, p. 45) como sistemas que podem ser instalados nos locais de produção do efluente, sem mão de obra especializada, com baixo custo energético e mais seguros em relação às variações nas taxas de aplicação de esgoto.

Parolin, Crispim e Kaick (2012) afirmam que, a Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes (ETEZR) pode ser compreendida como biofiltros ligados às plantas. Kaick (2002) descreve que uma ETEZR se inicia na fossa séptica, recebendo um tratamento primário, com base na remoção de sólidos pesados. Em seguida, com auxílio da declividade do solo há uma percolação do efluente por meio de tubulações até a zona de raízes, local este onde está localizado filtro de plantas. As plantas são direcionadas sobre uma camada com cerca de 50 cm de pedra brita, sobrepostas a esta, com uma fina camada de areia. Ao fundo do sistema estão localizadas as tubulações responsáveis pela coleta do efluente tratado.

Vale ressaltar que o tanque de uma zona de raízes pode ser feito a partir de escavações no terreno, devendo ser impermeabilizadas para evitar que o efluente atinja e contamine o solo. Dependendo do tipo de terreno e da profundidade do lençol freático, os tanques podem ser impermeabilizados com estruturas de concreto ou até mesmo uma lona plástica grossa. Plagiarini et al. (2011) ressalta que em média para uma família de 4 pessoas, é necessária uma área de 4m<sup>2</sup> por 1m de profundidade. Trata-se de uma opção simples (construtiva e operacional), que se adapta a vários tipos de águas residuária, requer pouca manutenção, tem elevada eficiência na remoção de atributos físicos, químicos e microbiológicos, e pode ser utilizada como elemento paisagístico (Sérvulo, Tavares, Pereira & Sandri, 2019). Além disso, o sistema também pode servir como ferramenta de EA para a comunidade local (Kaczala, 2005).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo utilizar a educação ambiental como forma de disseminar conhecimentos sobre a importância e relevância do tratamento de esgoto por zona de raízes. Nesta perspectiva, considerando a crescente interação da tecnologia no âmbito educacional, as redes sociais estão se tornando espaços de compartilhamentos de conhecimentos onde os jovens participam de forma interativa, auxiliando em variadas formas de aprendizagem. A agilidade e versatilidade em que informações são compartilhadas pode trazer resultados mais concretos em relação a sala de aula. Castro (2012) afirma que “a Educação ao se inserir no cenário tecnológico desempenha uma função fundamental na criação de novas estruturas que levem em conta novas maneiras de gerar e disseminar o conhecimento”. Neste sentido, jovens multiplicadores fazem parte desta nova geração de transmissão e compartilhamento de saberes para além do espaço escolar.

## **2. Metodologia**

Esse estudo tem caráter descritivo com abordagem quali-quantitativa. De acordo com Zanella (2013), a pesquisa descritiva tem como propósito descrever as características de determinado fenômeno ou público, sendo notório o conhecimento da realidade segundo a perspectiva dos envolvidos na pesquisa, sem utilizar técnicas estatísticas para análise dos dados.

Partindo desta premissa, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, buscando conceitos acerca dos sistemas de tratamento de efluentes. Em seguida, foi aplicado um questionário sobre o tema, composto por oito questões (Quadro 1), via Google Formulário, a estudantes do Ensino Médio de uma escola pública do Estado do Paraná. A aplicação das questões em formato remoto se justifica pela atual situação de pandemia mundial da Covid-19, provocada pelo novo Coronavírus, necessitando um longo período de isolamento domiciliar. Diante disso, o formulário foi encaminhado para o e-mail dos estudantes, ficando disponível por 20 dias, com abordagem de forma convidativa e voluntária, sendo que eles poderiam optar por responder ou não.

**Quadro 1 – Questionário Diagnóstico sobre tratamentos de esgotos.**

1) Você considera importante estudar sobre tratamento de esgoto na escola?	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
2) Existem várias formas de tratar o esgoto, você conhece alguma(s) das abaixo citadas? Assinale-as:	
<input type="checkbox"/> Lagoas de estabilização <input type="checkbox"/> Zona de Raízes <input type="checkbox"/> Tanque séptico <input type="checkbox"/> Biorreator de membrana <input type="checkbox"/> Lodos ativados	
<input type="checkbox"/> Reator UASB <input type="checkbox"/> Biofilmes <input type="checkbox"/> Não conheço nenhum dos métodos citados	
3) Você sabe o que é uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes?	
<input type="checkbox"/> Consiste em um tratamento que utiliza plantas na fossa séptica, para remoção de substâncias nocivas ao meio ambiente.	
<input type="checkbox"/> Consiste em um tratamento que utiliza dejetos para a adubação das plantas.	
<input type="checkbox"/> Consiste em um tratamento cujo processo se dá na eliminação do efluente em áreas florestadas.	
<input type="checkbox"/> Consiste em um tratamento que utiliza plantas para remoção de substâncias nocivas ao meio ambiente	
<input type="checkbox"/> Não sei responder.	
4) Em sua opinião, quais as vantagens ambientais do Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes?	
<input type="checkbox"/> Baixa produção de odores.	<input type="checkbox"/> Possibilidade de utilização da biomassa produzida.
<input type="checkbox"/> Fornece habitat para animais selvagens (aves).	<input type="checkbox"/> Todas as alternativas anteriores.
<input type="checkbox"/> Não há lodo a ser tratado.	<input type="checkbox"/> Não faço a menor ideia.
5) Dos tratamentos de esgoto citados, qual você acha que tem MAIOR impacto na degradação ambiental?	
<input type="checkbox"/> Lagoas de Estabilização	<input type="checkbox"/> Tanque Séptico
<input type="checkbox"/> Lodos Ativados	<input type="checkbox"/> Biofilmes
<input type="checkbox"/> Zona de Raízes	<input type="checkbox"/> Biorreator de Membrana
<input type="checkbox"/> Reator UASB	<input type="checkbox"/> Não faço a menor ideia.
6) Dos tratamentos de esgoto citados, qual você acha que tem MENOR impacto na degradação ambiental?	
<input type="checkbox"/> Lagoas de Estabilização	<input type="checkbox"/> Tanque Séptico
<input type="checkbox"/> Lodos Ativados	<input type="checkbox"/> Biofilmes
<input type="checkbox"/> Zona de Raízes	<input type="checkbox"/> Biorreator de Membrana
<input type="checkbox"/> Reator UASB	<input type="checkbox"/> Não faço a menor ideia.
7) Esse foi seu primeiro contato com o assunto Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes?	
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não, eu já vi um sistema de tratamento por zona de raízes, mas não o compreendo.
<input type="checkbox"/> Não, já estudei sobre o assunto	<input type="checkbox"/> Não, eu já vi um sistema de tratamento por zona de raízes e entendo seu funcionamento.
<input type="checkbox"/> Não, já li ou assisti algo a respeito do assunto	
8) Caso a resposta 7 seja SIM, explique o motivo pelo qual acha o assunto relevante.	
Respostas:	

Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Conforme recomenda Pereira (2016), os dados quantitativos foram trabalhados matematicamente, gerando gráficos, enquanto a análise qualitativa dos dados descritivos ocorreu de forma indutiva. Após a análise desses resultados, foi elaborado um Flyer para divulgação à comunidade por meio virtual. Essa ação foi considerada como ferramenta de EA, pois apresenta maiores informações sobre a ETEZR como um sistema alternativo e sustentável. Este Flyer foi disponibilizado em redes sociais e por e-mail aos estudantes envolvidos, solicitando o compartilhamento para visualização dos seus contatos.

### 3. Resultados e Discussão

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, ANA (2020), cerca de 63% da população brasileira tem acesso a cobertura de esgotamento sanitário, enquanto 37%, em média, não é assistida. Essa parcela não atendida utiliza, portanto, formas inadequadas para o despejo de efluentes, como por exemplo as canalizações com destinação do esgoto bruto em recursos hídricos, agravando ainda mais a poluição do meio ambiente.

Segundo a Fundação Nacional de Saúde, FUNASA (2007), apesar das nítidas interações entre natureza e tecnologias voltadas ao saneamento, e especificamente em relação ao tratamento de efluentes, é notável a falta de uma educação sanitária para a população brasileira. Entretanto, percebe-se uma elevação na criação de medidas viáveis para sanar esta defasagem. Assim, soluções podem ser adotadas com os objetivos de: “evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água; evitar o contato de vetores com as fezes; propiciar a promoção de novos hábitos higiênicos na população; promover o conforto e atender ao senso estético” (FUNASA, 2007, p. 154). Esses objetivos podem ser alcançados a partir da utilização de ETEZR, uma alternativa que pode ser divulgada por ações de EA nas escolas e na comunidade, tornando o sistema e seus benefícios mais acessíveis a todos.

Em relação ao questionário diagnóstico, destaca-se que ele foi respondido por 34 estudantes do Ensino Médio entre 14 e 18 anos de idade. Inicialmente, todos os participantes consideraram importante estudar sobre tratamentos de esgotos, apesar de muitos não apresentarem conhecimento sobre Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), conforme a Figura 1.

**Figura 1** – Conhecimento sobre Estação de Tratamento de Esgoto



Fonte: Autores (2021).

Segundo Andrade (2012), o condicionamento aplicado aos esgotos, chamado de processo de tratamento, ocorre por meio de operações utilizadas para remoção de substâncias indesejadas, ou para transformação destas em substâncias menos impactantes aos ecossistemas naturais. Rodrigues, Carvalho, Castro, Veiga e Pinto (2012) reiteram que soluções sustentáveis estão sendo criadas a fim de minimizar ou eliminar esta problemática dos resíduos sanitários. Na mesma direção, Abreu (2013) destaca a importância do envolvimento do governo com a implementação de novos programas, projetos e políticas ambientais, aliando o desenvolvimento e o crescimento econômico à preservação do meio ambiente. O autor relata que os aspectos econômicos, culturais, sociais e ambientais estão intimamente ligados em prol de uma sociedade menos propensa à destruição.

Nessa perspectiva, Medeiros, Mendonça, Sousa e Oliveira (2011) sugere que ações de EA podem contribuir para maior preocupação e busca de conhecimento dos estudantes em relação à preservação ambiental. Segundo Fragozo e Nascimento (2018), a EA é fundamental para sensibilizar os indivíduos e envolvê-los nos problemas ambientais, na busca por soluções efetivas para o desenvolvimento humano e econômico. Vale ressaltar que há prescrições estabelecidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para a organização de metodologias distintas, abrangendo variadas temáticas, para auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos (Brasil, 1998).

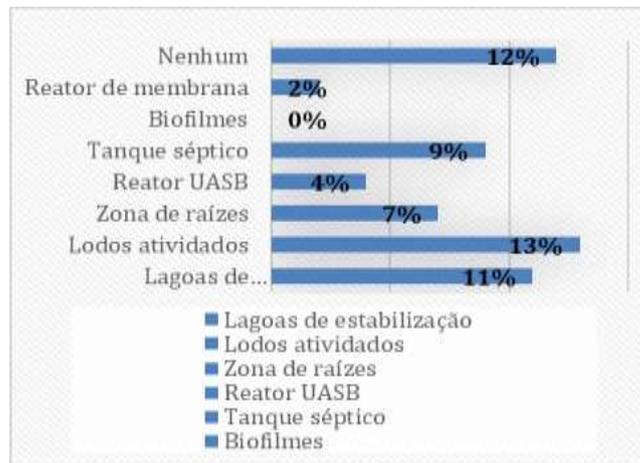
Em relação ao conhecimento das diversas formas de tratar os esgotos, 21% dos pesquisados responderam que não conhecem nenhum dos métodos citados (Figura 2). Este resultado indica a necessidade de reforçar esse conteúdo no ensino formal, com conteúdo cada vez mais relacionado à realidade local (Berna, 2004). Nos PCNs do Ensino Médio, o saneamento básico é abordado junto com o tema meio ambiente, sendo considerado um tema transversal (Silva, 2012). A discussão deste conteúdo em sala de aula, pode auxiliar na formação de cidadãos críticos e aptos a atuar frente aos impactos ambientais provocados pela defasagem do saneamento básico brasileiro. Em sala de aula o professor tem o papel de mediador do conhecimento, onde nesta perspectiva trabalhar temas transversais demandam recursos que, em alguns casos, os profissionais da área não têm. Torres e Nogueira (2015) elenca que, se as instituições de ensino tivessem um maior apoio dos Órgãos Educacionais, os temas transversais não seria um trabalho árduo.

Percebeu-se ainda, que nenhum estudante conhece o tratamento de efluente por Biofilmes (Figura 2). Esse tratamento se baseia na estabilização da matéria orgânica por meio de bactérias que crescem a um determinado suporte, podendo ser pedras ou até mesmo material plástico (Cornelli, Amaral, Danilevicz & Guimarães, 2014). No entanto, 22% dos estudantes conhecem os lodos ativados (Figura 2). Esse tipo de tratamento consiste em um dos mais utilizados, devido à sua alta eficiência em pouco espaço construído (Bento, Sezerino, Philippi, Reginatto & Lapolli, 2005).

Segundo Cornelli et al. (2014, p. 27-33):

Lagoas de estabilização são tratamentos em que a oxidação bacteriológica e/ou diminuição fotossintética das algas atuam para estabilização do efluente. Enquanto que, Tanque séptico consiste em uma unidade onde ocorre a ação física no efluente através de decantação. Já reator de membrana é um processo em que micro membranas porosas realizam ultra filtração, permitindo apenas a passagem através dela de água, íons e moléculas de baixo peso molecular, barrando os sólidos e bactérias. Reator UASB é baseado na decomposição anaeróbia da matéria orgânica. Zona de raízes consiste em um tratamento em que se utiliza da filtração através de plantas para remoção de poluentes.

**Figura 2** – Formas de Tratamentos de Esgotos.



Fonte: Autores (2021).

Diante das características dos efluentes, sendo eles domésticos e/ou industriais, Schirmer, Machado, Stumpf, Lemes, Agassi e Kaick (2009) destaca a necessidade de o material passar por modificações com a finalidade de gerar pouco ou nenhum impacto ambiental ao recurso hídrico em que será lançado. Ao final do tratamento, o efluente deve estar em acordo com os padrões definidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), amparado pelas Resoluções 410/2009 e 430/2011, em que estabelece em seu Art. 3º “Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

Considerando os problemas ambientais, advindos dos processos de desenvolvimento cada vez mais ocorrentes, Abreu (2013) cita que vários países estabeleceram regras de relação do homem com a natureza, dando oportunidade a todos de obterem objetivos de crescimento positivo. O autor destaca que uma das alternativas mais viáveis e acessíveis é a ETEZR, principalmente em áreas rurais. Trata-se de um sistema físico-biológico, com parte do filtro constituído de plantas, em que, segundo Kaick (2002) o esgoto bruto é lançado por uma rede de tubulações perfuradas instaladas logo abaixo da zona de raízes, na área plantada, dimensionada de acordo com a demanda de esgoto. De acordo com Almeida, Pitaluga e Reis (2010), a eficiência do sistema é perceptível, além do baixo custo apresentado, devido à flexibilidade de instalação e variações menores na aplicação do esgoto.

Quando perguntados sobre a compreensão do funcionamento de uma ETEZR, 50% dos pesquisados assinalou que não tinha entendimento sobre o assunto. Entretanto, cerca de 30%, assinalou a alternativa correta: consiste em um tratamento em que se utilizam plantas para remoção de substâncias nocivas ao meio ambiente. Nesse sentido, Sabei (2014, p. 8) afirma que “os estudos e construções deste tipo de tratamento são tecnologias relativamente recentes”. Ou seja, não há muitos estudos e popularização do assunto, podendo este ser um dos motivos pelos quais metade dos estudantes não souberam responder.

A simplicidade e o funcionamento natural de um sistema zona de raízes escondem a complexidade das interações necessárias para o tratamento efetivo dos esgotos. O sucesso na construção e operação do sistema requer conhecimento e entendimento básico dos componentes e das inter-relações que o compõem (Toniato, 2005). Pagliarini et al. (2011) ressalta que essas inter-relações podem ser físicas e químicas, ocorrendo no processo de filtragem do efluente pelas plantas. A cooperação dos moradores também se torna imprescindível, visto que o sistema deve ser operado com a finalidade de não haver nenhum problema, viabilizando o tratamento do efluente. Assim, todos devem ter consciência e compreensão sobre o funcionamento e os benefícios de uma ETEZR. Para tanto, torna-se necessário o desenvolvimento de ações de EA, divulgando o conhecimento e buscando mudanças de atitudes.

Apesar da transmissão de conceitos e termos ambientais nas escolas, Sabei (2014) discute também a relevância dos conceitos socioambientais, cada vez mais difundidos por meio de processos de EA. Assim, por meio de propostas pedagógicas diferentes em sala de aula, ou até mesmo criações de projetos voltados para sanar uma problemática da comunidade, torna-se possível a formação de cidadãos mais críticos e sensibilizados quanto às questões ambientais.

A respeito das vantagens ambientais da implantação de ETEZR, percebeu-se que 50% dos estudantes não apresentam conhecimento sobre essa abordagem (Figura 3). Na questão, todas as alternativas estavam corretas, considerando que juntas formam um conjunto de ações positivas diante do lançamento do esgoto em um zoneamento de raízes, mas apenas 7% responderam corretamente.

**Figura 3** – Vantagens da Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes.



Fonte: Autores (2021).

A abordagem dessa temática no ensino formal é relevante, pois o conhecimento sobre a ETEZR pode incentivar o lançamento de esgoto com menor contaminação dos rios, além de sensibilizar os alunos sobre as consequências do crescente despejo inadequado de efluentes nos corpos d'água. O assunto pode ser tratado em diversos conteúdos de Biologia, incluindo a Botânica. Para se obter um bom desempenho do sistema de tratamento por zona de raízes, a potencialidade das plantas deve suprir a demanda dos seus tecidos, bem como oxigenar a rizosfera<sup>1</sup> (Pitaluga, 2011), geralmente utilizando-se as macrófitas e espécies de bananeira. De acordo com Coelho (2017), o termo macrófitas é o mais utilizado para identificar plantas aquáticas, compostas por estruturas fotossintetizantes que permanecem total ou parcialmente submersas ou flutuantes em água doce ou salobra, capazes de se adaptar a diversos ambientes.

“Tais plantas distribuem o fluxo e reduzem a velocidade da água, assim como criam condições para sedimentação de sólidos suspensos reduzindo a ressuspensão e aumentando o tempo de contato entre o esgoto e a superfície da área de contato da planta” (Abrantes, 2009, p. 52). Vale ressaltar que a eficiência em uma ETEZR consiste na análise das características da macrófita aquática utilizada (Brix, 1997). Assim, deve-se considerar o potencial de sobrevivência da planta em ambiente muito saturado (efluente), sua interação com as comunidades microbiológicas nas raízes, além do seu embelezamento paisagístico.

Uma macrófita comumente utilizada é a Taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), pela sua fácil adaptação e por atuar significativamente na filtração do efluente. Também é possível considerar como eficaz para a Taboa (*Typha sp.*), uma planta herbácea perene, da família Typhaceae. Demirezen e Aksoy (2004) reitera que essas plantas se desenvolvem em zonas úmidas, como nas margens dos rios, córregos e lagos, altamente indicadas para uma ETEZR por possuir estrutura interna espessa, folhas grandes com formato similar a uma esponja, devido aos canais de ar.

Além das macrófitas, as plantas mais utilizadas nas ETEZRs, são as espécies de bananeiras (*Musa spp.*), consideradas adaptáveis por possuírem folhas grandes e necessitarem de grande quantidade de nutrientes, os quais estão disponíveis no sistema. Sobre o uso de plantas em sistemas de tratamento de esgoto, Algeri (2015) aborda grandes benefícios como: promover o tratamento aeróbio e anaeróbio do efluente por meio da retirada de substâncias sólidas e microrganismos patogênicos; controlar o odor do sistema a partir da ação das plantas com o solo; promover um ambiente com melhor estética; atrair aves e insetos desejáveis e controlar os indesejáveis, como os vetores de doenças.

Além de proporcionar involuntariamente benefícios ao sistema, Pitaluga (2011, p. 37) descreve que as plantas também

<sup>1</sup> Região do solo onde se desenvolvem relações mecânicas, químicas e biológicas entre raiz e solo (Chequer, 2010).

contribuem com papéis fundamentais no tratamento de esgoto, como:

a) facilitar a transferência de gases (O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e H<sub>2</sub>S); b) estabilizar a superfície do leito, pela formação de denso sistema radicular, protegendo o sistema do processo erosivo e impedindo a formação de canais de escoamento preferencial na superfície do leito; c) absorver macronutrientes (N e P) e micronutrientes (incluindo metais); d) suprir, com subprodutos da decomposição de plantas e transpiração das raízes, carbono biodegradável para possibilitar a ocorrência do processo de desnitrificação; e) atuar como isolante térmico nas regiões de clima temperado; f) proporcionar habitat para vida selvagem ou agradável aspecto estético nas unidades de tratamento uni-domiciliares (residências, hotéis e hospitais).

Em relação ao Reator UASB, considerado por 6% dos estudantes como método de maior impacto ao meio ambiente (Figura 4), Cornelli et al. (2014) confirma o fato, pois esse reator apresenta dificuldade em satisfazer padrões mínimos de qualidade para o lançamento do efluente tratado em recursos hídricos. O autor relata ainda que a utilização do zoneamento de raízes causa impactos quase desconsideráveis ao meio ambiente. Vale ressaltar que 64% dos estudantes assinalaram que não tinham conhecimento sobre o assunto, enquanto o restante dos 36%, distribuíram-se em Lagoas de estabilização, Lodos ativados, e Biorreator de Membrana (Figura 4), reforçando a necessidade de trabalhos a esse respeito.

**Figura 4** – Tratamento com maior impacto ao meio ambiente.



Fonte: Autores (2021).

Quando questionados se esta pesquisa havia sido o primeiro contato com a temática de ETEZR, 73% dos estudantes assinalaram “sim”. Alguns dos motivos citados da relevância da inserção desse assunto no ensino formal foram: 1) “Por ser uma forma menos prejudicial ao meio ambiente, eu sou uma pessoa que estou em constante mudança para não prejudicar o meio ambiente, odeio pessoa que prejudicam e degradam o meio ambiente, e para mim a conservação no nosso meio ambiente é importantíssima”; 2) “É bom para saber mais sobre o tratamento de esgoto por zona de raízes no meio ambiente”; 3) “Quanto mais técnicas, menos dejetos são produzidos”; 4) “Poder compreender qual a utilidade, como funciona e etc., para assim adquirir conhecimento e entender a importância”; 5) “O tratamento por zona de raízes aparenta ser um tratamento sustentável”; 6) “Pois o tratamento de esgoto vem se tornando um termo muito falado e a informação sobre ele pode trazer vários benefícios para nós, tais como mais pessoas interessadas e mais dedicação para com o assunto”; e 7) “Pelo fato de que muitas pessoas não sabem o quão importante é o tratamento de esgoto, muitos rios são poluídos por falta de tratamento do esgoto”.

Diante desses resultados, verificou-se a necessidade de uma ação educativa que pudesse auxiliar na divulgação científica da relevância de uma ETEZR. Assim, considerando as lacunas observadas no diagnóstico, bem como o interesse dos estudantes pela temática, elaborou-se um Flyer (Figura 5) como ferramenta de EA para sensibilizar as pessoas sobre a

importância do tratamento de esgoto por zona de raízes, o qual foi enviado aos estudantes, solicitando o compartilhado em suas redes sociais. De acordo com Castro (2012), a interação do indivíduo com a tecnologia vem demonstrando cada vez mais um avanço transformador. O papel que as redes sociais têm adquirido na sociedade é considerado inovador, principalmente no âmbito educacional. Cada vez mais as escolas têm adotado práticas de ensino utilizando ferramentas tecnológicas.

Nesse contexto, Meier (2009, p. 94) cita que:

Mais de 5 milhões de estudantes brasileiros já pertencem a uma rede social na internet, como o Facebook ou o Twitter. A novidade é que, agora, parte deles começa a frequentar esses círculos virtuais estimulados pela própria escola - e com fins educativos. Alguns colégios, fazem uso simples de tais redes, colocando ali informações como calendário de aulas e avisos. Muitas vezes, incluem ainda exercícios e o conteúdo das aulas, recurso que vem se prestando a aproximar os pais da vida escolar.2

**Figura 5** – Flyer produzido como material educativo sobre Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes.



Fonte: Autores (2021).

Perante a importância das inserções de tecnologias voltadas para o ensino, consideradas como ferramentas para o processo de aprendizagem, estas formas de transmissão de saberes alcançam muitos alunos, visto que muitos jovens possuem acesso às redes sociais. Destaca-se que, em todas as modalidades educativas, a EA se tornou elemento fundamental na educação brasileira, fazendo-se cada vez mais necessária devido às demandas socioambientais recorrentes. Nesse aspecto, as

questões de saneamento básico no Brasil devem ser discutidas, possibilitando, por meio de intervenções de EA, maior sensibilização da comunidade. A partir dessa ação educativa, os estudantes podem atuar como jovens multiplicadores, agentes educadores ambientais que podem ultrapassar os muros da escola. Oliveira (2015) reitera que, jovens multiplicadores se referem ao termo utilizado para o jovem que têm o papel de multiplicação das informações recebidas a um determinado grupo. Estas informações no âmbito da EA podem atingir toda uma comunidade de jovens por meio das redes sociais apresentando boas práticas e atitudes perante o meio ambiente.

Entretanto, Serpa, Machado, Nascimento e Almeida (2021, p. 8) expõe sobre a ação que toda sociedade deve exercer:

[...] apesar das preocupações e expressões existentes em relação à necessidade de uma transformação da sociedade, o que vemos são experiências muitas vezes isoladas e sem a força política para empreender tal movimento. É necessário a consciência de cada indivíduo de seu lugar de cidadão, de sua comunidade, classe, nação, mundo, planeta, universo. Mas essa consciência pede uma ação.

Conforme Asano (2017) o educador ambiental tem o principal objetivo de formar estudantes capazes de agir frente a questões ambientais, utilizando o meio ambiente local como motivador na resolução de problemas ambientais. Deste modo, pode-se inferir que a EA deve estar inserida como mediadora do conhecimento ambiental incentivando cada vez mais indivíduos comprometidos com a proteção e defesa do meio ambiente.

#### **4. Conclusão**

A educação ambiental passou por muitos processos para se compilar como temática trabalhada nos eixos transversais de variadas áreas do ensino formal. Todas as modalidades de EA compreendem um mesmo objetivo, que de forma ampla, consiste na disseminação de conhecimentos e informações acerca do meio ambiente. Entretanto, para que sejam relevantes para o meio em que estão sendo inseridas, é importante que os conteúdos sejam pautados na realidade local do meio ambiente, evidenciando uma compreensão das problemáticas ambientais locais. Acredita-se que este estudo contribuiu para a disseminação de informações e possibilitou um maior conhecimento, no contexto local, sobre tecnologias alternativas de tratamento de esgoto sanitário.

Uma das questões ambientais recorrentes é o lançamento incorreto de efluentes gerando grandes problemas ambientais e de saúde pública. Atualmente, alternativas sustentáveis para tratar a problemática do esgoto sanitário vêm sendo cada vez mais utilizadas, sendo uma delas a inserção de um zoneamento composto por plantas. Considerando a importância da compreensão sobre questões ambientais e de saúde pública, se faz necessário disseminar estes conhecimentos para que todos compreendam o papel como sujeitos em defesa da preservação e conservação do meio ambiente.

Neste sentido, há uma grande necessidade de maior sensibilização da sociedade sobre os problemas ambientais ocorrentes em seu meio. No entanto, é necessário maior envolvimento da comunidade e criação de novas políticas públicas capazes de contemplar essa demanda. Deste modo, a pesquisa sobre saneamento básico e o tratamento de esgoto por zona de raízes resultou em um Flyer informativo como forma de divulgação científica, com auxílio da tecnologia para disseminação para a comunidade por meio virtual, compreendendo uma forma de transmissão de conhecimentos e informações como jovens multiplicadores.

#### **Referências**

Abrantes, L. L. M. (2009). Tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos utilizando *Typha angustifolia* e *Phragmites australis*. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Escola de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

Abreu, P. S. (2013). Implantação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes na comunidade rural da Seção Jacaré do município de Francisco Beltrão. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, Paraná, Brasil.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2020). ANA.

Algeri, A. (2015). Implantação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes em uma propriedade rural. Trabalho de conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, Paraná.

Almeida, R. A., Pitaluga, D. P. & Reis, R. P. A. (2010). Tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico tanque séptico. *Revista Biociências, UNITAU*. 16(1).

Andrade, H. H. B. (2012). Avaliação do desempenho de sistemas de zona de raízes (wetlands construídas) em escala piloto aplicados ao tratamento de efluente sintético. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil.

Asano, J. G. P. & Poletto, R. S. (2017). Educação ambiental: em busca de uma sociedade sustentável e os desafios enfrentados nas escolas. *Revista Caderno pedagógico*, 14, 92-102.

Beltrame, T. F., Beltrame, A. F., Lhamby, A. R. & Pires, V. K. (2016). Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: Uma discussão sobre o tema. *REGET*, 20 (1).

Bento, A. P., Sezerino, P. H., Philippi, L. S., Reginatto, V. & Lapolli, F. R. (2005). Caracterização da microfauna em estação de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados: um instrumento de avaliação e controle do processo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 10(4), 329-338. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000400009>.

Berna, V. (2004). *Como fazer educação ambiental*. (2a ed.) Paulus.

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil. (1988). Senado Federal: Centro Gráfico.

Brasil. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. (1981). Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm)

Brasil. Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997. (1997). Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)

Brasil. Lei Federal 11.445 de 05 de janeiro de 2007. (2007). Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm)

Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais (1998). Terceiro e quarto ciclos: Apresentação dos temas Transversais. MECSEF.

Brasil. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. (2011). Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770#:~:text=Resolve%3A,Art.,Nacional%20do%20Meio%20Ambiente%2DCONAMA>.

Brix, H. (1994). Function of macrophytes in constructed wetlands. *Water, Science and Technology*, 29 (4).

Brix, H. (1997). Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? *Water, Science and Technology*, 35 (5), 11-17.

Castro, S. M. M. (2012). A utilização das redes sociais na prática pedagógica de professores-cursistas do núcleo de tecnologia educacional marco zero, Amapá, Brasil. Monografia (Especialização em Mídias na Educação) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil.

Chequer, L. P.T., Crapez, M. A. C., Fontana, L. F. & Silva, F. L. (2010). Efeito rizosfera: simbiose entre raízes de plantas e bactérias. *Ciência Hoje*, 46, 273.

Coelho, J. C. (2017). Macrófitas aquáticas flutuantes na remoção de elementos químicos de água residuária. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Coimbra, F. G. & Cunha, A. M. O. (2005). A educação ambiental não formal em unidades de conservação: a experiência do parque municipal Vitério Siquierolli. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5. Atas... Campinas: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

Comelli, R., Amaral, F. G., Danilevicz, A. M. F. & Guimarães, L. B. M. (2014). Métodos de tratamento de esgotos domésticos: uma revisão sistemática. *REA – Revista de Estudos Ambientais (Online)*, 16 (2), 20-36.

Demirezen, D. & Aksoy, A. (2004). Accumulation of heavy metals in *Typha angustifolia* (L.) and *Potamogeton pectinatus* (L.) living in Sultan Marsh (Kayseri, Turkey). *Chemosphere*, 56, 685-696.

Fernandes, A. A. & Fernandes, A. A. (2012). A degradação ambiental no município de Condado-PB: uma discussão necessária. *REBES (Pombal – PB – Brasil)* 2 (1), 22-26.

Fundação Nacional da Saúde – FUNASA. (2006) Manual de Saneamento, (3a ed.) Fundação Nacional de Saúde.

Fundação Nacional da Saúde – FUNASA. (2007). Manual de Saneamento.

Fragoso, E. & Nascimento, E. C. M. (2018). A educação ambiental no ensino e na prática escolar da escola estadual cândido mariano – Aquidauana/MS. *Revista: Ambiente e Educação* 23, 161-184

- Gohn, M. D. G. (2006). Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 14 (50), 27-38.
- Guedes, J. C. S. (2012). A educação ambiental e sua inserção no ensino formal. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, Sergipe.
- Kaczala, F. (2005). Viabilidade do uso de efluentes tratados por zona de raízes na irrigação: Estudo de caso na Vila dos rios – Ilha Grande-RJ. Dissertação de Mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública – ENSP.
- Kaick, T. S. V. (2002). Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil.
- Lemes, J. L. B. B., Schirmer, W. N., Caldeira, M. V. W., Kaick, T. V., Abel, O. & Bárbara, R. R. (2008). Tratamento de esgoto por meio de zona de raízes em comunidade rural. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 6, 169-179.
- Medeiros, A. B., Mendonça, M. J. S., Sousa, G. L. & Oliveira, I. P. (2011). A importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. *Revista Faculdade Montes Belos*, 4 (1).
- Meier, B. (2009, Nov). Conectados para aprender. *Revista VEJA*, 2139, 94.
- Nozaki, V. T. (2007). Análise do setor de saneamento básico no Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo – USP. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- Oliveira, T. A. (2015). Formação de jovens multiplicadores voltada para assuntos relacionados à sexualidade numa escola do município de Contagem: projeto de intervenção. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Estratégia Saúde da Família). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- Pagliarini, J., Norberto, S., Parolin, M. & Crispim, J. Q. (2011). Estações de tratamento de esgoto por zona de raízes, uma alternativa viável para as cidades. *Revista GEOMAE*, 2 (1), 2.
- Parolin, M., Crispim, J. Q. & Kaick, T. S. V. (2012). Tratamento de esgoto por zona de raízes: Análise e Eficiência. *Revista GEOMAE*, 3 (1), 45-57.
- Pereira, G. ORTIGÃO, M. I. R. (2016). Pesquisa quantitativa em educação: algumas considerações. *Revista Periferia*. 10.12957/periferia.v.8 n.1.
- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. (2017). Abastecimento de água e esgotamento sanitário/ IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. – IBGE.
- Pitaluga, D. P. S. (2011). Avaliação de diferentes substratos no tratamento de esgoto sanitário por zona de raízes. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, Brasil.
- Rodrigues, A. S. L., Carvalho, F. F., Castro, A. L. S., Veiga, B. G. A. & Pinto, G. M. (2012). Gerenciamento do tratamento de água e esgoto realizados pela companhia de saneamento básico de Pires do Rio – GO: Um estudo de caso. *Global Science and Technology*, 5 (1), 40-51.
- Sabei, T. R. (2014). Educação Ambiental não formal voltada para o saneamento, tendo a implementação de uma Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes em São José dos Pinhais – PR. Como estudo de caso. Programa de Pós-Graduação, Curso de Especialização em Educação Ambiental com ênfase em Espaços Educadores Sustentáveis, Universidade Federal do Paraná. Caiobá, Paraná, Brasil.
- Santos, H. M. N., Borges, A. A. S., Cândida, A. C. & Fehr, M. (2010). Educação ambiental e resíduos sólidos em Araguari/MG. Brasil. *Revista da Católica, Uberlândia*, 2 (3), 136-152.
- Schirmer, W. G., Machado, G. O., Stumpf, G., Lemes, J. L. V. B., Agassi, J. D. & Kaick, T. V. (2009). Tratamento de esgoto por zona de raízes em comunidade rural – Parte 2: avaliação. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias*, 7 (2), 165-173.
- Serpa, L. G., Machado, C. J. S., Nascimento, G. A. & Almeida, A. R. (2021). Por uma educação a favor da práxis: ação, educação e cultura. *Revista Research, Society and Development*, 10 (1), e54210112104 <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.12104>.
- Sérvulo, A. C. O., Tavares, J. S., Pereira, R. M., Sandri, D. (2019). Vazão e tratamento secundário de esgoto doméstico em estação de pequeno porte com sistema de zona de raízes. *Irriga, Botucatu, Edição Especial Inovagri* 1, 62-71,
- Silva, A. D. (2012) Saneamento básico como tema transversal no ensino de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília.
- Toniato, J. V. (2005). Avaliação de um wetland construído no tratamento de efluentes sépticos – Estudo de Caso Ilha Grande, Rio De Janeiro, Brasil. Dissertação de mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, Brasil.
- Torres, E. J. P. & Nogueira, V. B. (2015). Uma abordagem dos temas transversais nas aulas de Língua Portuguesa no ensino fundamental II nas escolas estaduais do município de Humaitá-AM. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Vieira, V. D. S. (2005). Análise de espaços não-formais e sua contribuição para o ensino de ciências. Tese (Doutorado). Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Zanella, L. C. H. (2013). Metodologia de Pesquisa. - (2a ed.). Departamento de Ciências da Administração/UFSC.