



Aulas de campo em Estação de Tratamento de Efluentes domésticos e sanitários: uma alternativa didática no curso de Ciências Biológicas

Paulo Ricardo Batista ^{1*}, Francisca Palloma Matias Vila Nova ², Isabel dos Santos Azevedo ³, Sara Tavares de Sousa Machado ⁴, José Laécio de Moraes ⁵

¹Licenciando em Ciências Biológicas, Universidade Regional do Cariri, Brasil. (*Autor correspondente: pauloricardoadauto@outlook.com)

²Licenciada em Ciências Biológicas, Universidade Regional do Cariri, Brasil.

³Licencianda em Ciências Biológicas, Universidade Regional do Cariri, Brasil.

⁴Bacharelada em Ciências Biológicas, Universidade Regional do Cariri, Brasil.

⁵Doutor em Geografia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil. Professor da Universidade Regional do Cariri, Brasil

Histórico do Artigo: Submetido em: 29/07/2020 – Revisado em: 25/08/2020 – Aceito em: 02/09/2020

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo descrever uma experiência exitosa de aula de campo no trato da Educação Ambiental inerente a visita em uma estação de tratamento de esgoto, a partir das percepções de discentes do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Espera-se que haja uma reflexão sobre as contribuições dos espaços não formais no ensino superior e o fomento a aprendizagem significativa no que concernem as temáticas ambientais. O espaço formativo visitado durante a aula campal compreendeu estruturas sanitárias da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) localizada no Bairro Juvêncio Santana em Juazeiro do Norte, Ceará. O processo de coleta e tratamento dos dados seguiu de acordo com a técnica de análise qualitativa *fruits trail* (trilha de frutos), desenvolvida pelos autores deste trabalho como alternativa metodológica na construção de relatos de experiências. A vivência exitosa culminou em um rol extenso de saberes (re)construídos, significativamente, no contexto da formação dos discentes redatores deste trabalho. Possibilitou interligar os distintos conteúdos vistos em salas de aula, de forma segregada, no Curso de Ciências Biológicas, a uma temática central, mediada pelo uso da aula de campo.

Palavras-Chaves: Espaço Não formal, Educação Ambiental, Saneamento Ambiental, CAGECE.

Field class at Sewage Treatment Station: a didactic alternative in the Biological Sciences course

ABSTRACT

The present article aims to describe a successful experience of field class in relation to Environmental Education belonging to a visit to a sewage treatment station, from the perceptions of students of the Biological Sciences Degree Course. It is expected that there will be a reflection on the contributions of non-formal spaces in higher education and the promotion of meaningful learning with regard to environmental issues. The formative space visited during the field class included sanitary structures of the Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) located in Bairro Juvêncio Santana in Juazeiro do Norte, Ceará. The process of data collection and treatment followed according to the technique of qualitative analysis of "fruits trail", developed by the authors of this work as a methodological alternative in the construction of experience reports. The successful experience culminated in an extensive list of (re)constructed knowledge, significantly, in the context of the training of students who wrote this work. It made it possible to interconnect the different contents seen in classrooms, in a segregated way, in the Biological Sciences Course, to a central theme, mediated by the use of field classes.

Keywords: Non-formal Space, Environmental Education, Environmental Sanitation, CAGECE.

Batista, P. R., Vila Nova, F. P. M., Azevedo, I. S., Machado, S. T. S., Moraes, J. L. (2020). Aulas de campo em Estação de Tratamento de Efluentes domésticos e sanitários: uma alternativa didática no curso de Ciências Biológicas. *Educação Ambiental (Brasil)*, v.1, n.3, p.32-42.



1. Introdução

A Revolução Industrial instaurada nos séculos XVIII e XIX, antes movimento fonte de desenvolvimento econômico, pouco tempo depois se constitui em um grande gerador de impactos ambientais. Nesse cenário, os órgãos competentes em meio a um contexto social em crise, visaram o controle da poluição, desenvolvendo inúmeras estratégias com finalidade de reduzir os danos à natureza (Carneiro & Gariglio, 2010).

Fatores como a industrialização e urbanização constituem importantes fontes de impactos para os corpos de água, impactos estes que podem abranger desde uma dimensão local e até mesmo planetária, devido à contribuição para a poluição, redução da disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos para a biota em geral (Tundisi, 2008).

Fundamental para a manutenção da vida, a água é o composto inorgânico mais abundante nos sistemas biológicos, em contraste com essa abundância sua distribuição para a utilização de forma mais fácil para o uso humano é restrita a menos de 1 %, a denominada água doce do planeta (Von Sperling, 2005), por conta disso torna-se necessário uma conspícua atenção no que diz respeito a sua qualidade e medidas que amenizem sua contaminação.

A problemática da contaminação doméstica e industrial e do desperdício de recursos hídricos é crescente e para a contenção destas más condutas antrópicas são necessárias medidas de prevenção que abarquem o uso da água em residências, a informação à população e o gerenciamento adequado de resíduos industriais (Santana & Freitas, 2012). Posto que, além de resultar em problemas de saúde ambiental refletem na saúde pública, por meio das doenças hídricas, efeitos genotóxicos e toxicidade aguda e em longo prazo (Moraes & Jordão, 2002).

Sabe-se que a promoção de estratégias que visem mitigar os problemas ambientais decorrentes das ações humanas deve ser concretizada de modo sustentável e quanto aos resíduos gerados devem ser tratados e distribuídos de forma adequada (Carneiro & Gariglio, 2010).

A Educação Ambiental (EA) configura um instrumento de grande valia nesse contexto, suas características transversais e de promoção da conscientização e criticidade na formação para a cidadania na luz dos problemas ambientais, confere importantes subsídios às práticas sustentáveis. No ensino superior e em todos os níveis e modalidades da Educação, a EA tornou-se obrigatória por meio da Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 disposta em Brasil (1999).

Considerando o cenário apresentado, o presente trabalho tem por objetivo descrever uma experiência exitosa de aula de campo no trato da Educação Ambiental inerente ao tratamento de águas servidas residuárias locais, a partir das percepções de licenciandos do Curso de Ciências Biológicas. Espera-se que os leitores possam refletir nesse texto as contribuições dos espaços não formais no ensino superior e o fomento a aprendizagem significativa no que cerne as temáticas ambientais.

2. Material e Métodos

2.1 Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa trata-se de um relato de experiência de caráter descritivo e natureza qualitativa desenvolvido em confluência a uma aula de campo realizada no decurso de uma disciplina do Curso de Ciências Biológicas na Universidade Regional do Cariri (URCA), que primou pela interdisciplinaridade das áreas de Química, Biologia, Biotecnologia e Educação Ambiental, para tanto o enfoque deste estudo se refere a esta última.

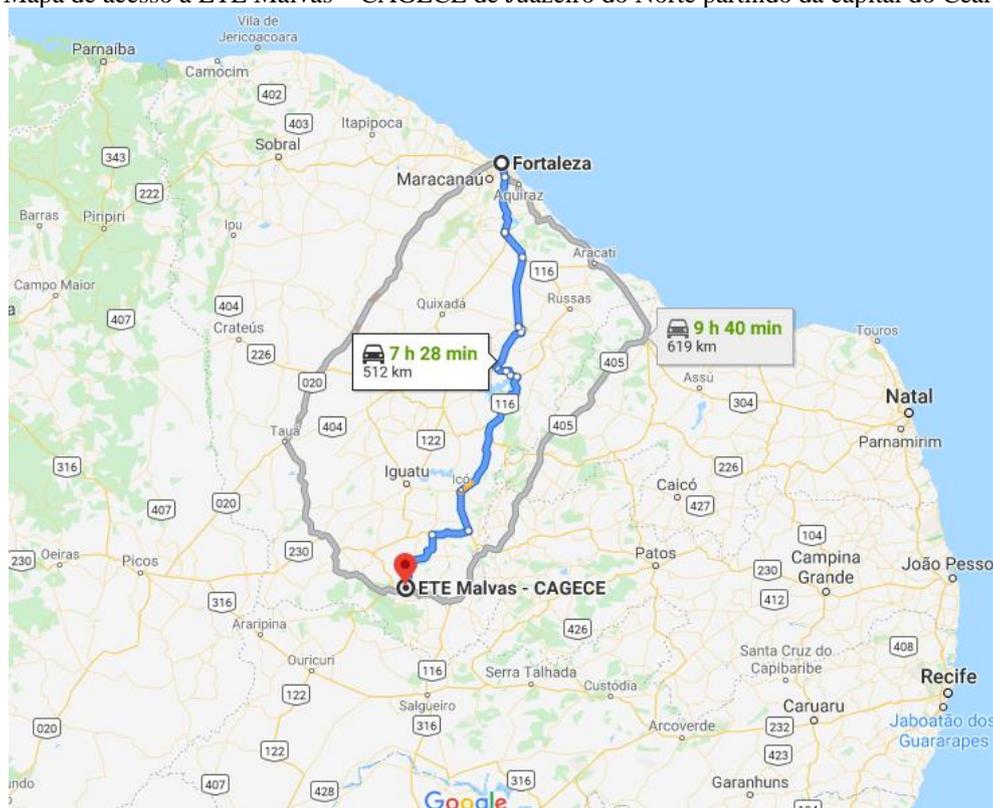
Conforme Daltro e Faria (2019, p. 224), o relato de experiência “*performatiza através da linguagem a experiência do um, não enquanto centralidade estável, mas na condição de ponto de abertura e análise crítica*”. Por se tratar de um relato de vivência estruturado a partir de uma visita técnica educativa no contexto de uma aula de campo do curso de graduação, o presente estudo não necessitou ser avaliado pelo comitê de ética em pesquisa, conforme a resolução nº 510, de 07 de abril de 2016.

2.2 Área de estudo

O espaço formativo visitado no que concerne a aula campal compreendeu a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Malvas da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) localizada no Bairro Juvêncio Santana (latitude 7° 12' 5.07" S e longitude 39° 18' 37.09" O, coordenadas obtidas do recurso *Google Earth Pro*) em Juazeiro do Norte, Ceará (Figura 1).

Segundo o Portal *online* da CAGECE (<https://www.cagece.com.br/>), a empresa foi instituída pela Lei 9.499 de 20 de julho de 1971, sendo esta responsável pelo serviço de abastecimento de água em municípios cearenses. Tendo por missão “contribuir para a melhoria da saúde e qualidade de vida, provendo soluções em saneamento básico, com sustentabilidade econômica, social e ambiental”.

Figura 1 – Mapa de acesso à ETE Malvas – CAGECE de Juazeiro do Norte partindo da capital do Ceará, Fortaleza.

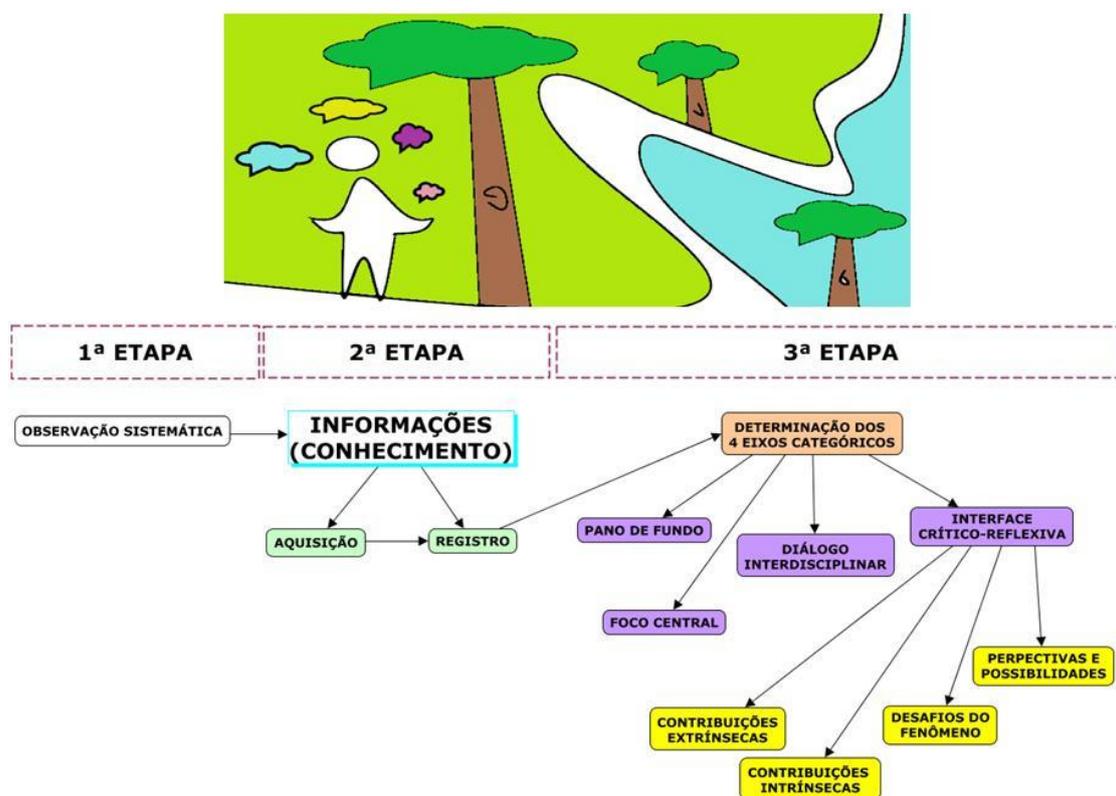


Fonte: Google Maps (2020).

2.3 Arcabouço metodológico de coleta e análise dos dados

Para a construção do relato de experiência seguiu-se o método de análise qualitativa *fruits trail* (trilha de frutos), desenvolvido pelos autores deste trabalho, cujo nome faz alusão ao processo de (re)construção de conhecimentos “frutos” ao longo do percurso da experiência formativa “trilha”, sendo esta progressiva e cumulativa.

Deste modo, seguiram-se as três etapas propostas pelo método: a primeira se consolidou com a observação sistemática em todo o processo de visita; a segunda se deu pela aquisição e registro de informações, concomitante a primeira etapa; a terceira consistiu na determinação de quatro eixos categóricos para discussão, a saber, 1 – pano de fundo, 2 – foco central, 3 – diálogo interdisciplinar e 4 – interface crítico-reflexiva (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma metodológico da técnica de análise qualitativa *fruits trail*.

Fonte: Autores (2020).

O pano de fundo retrata o meio formativo pelo qual foi possível desenvolver a vivência e alcançar a temática de estudo, nessa pesquisa delineou-se as “aulas de campo”. O foco central trata-se do conteúdo temático a ser trabalhado no âmbito do meio formativo, assim definiu-se a descrição dos “processos de tratamento de águas residuais” observados.

O diálogo interdisciplinar é a interlocução do foco central e das n -dimensões disciplinares envolvidas, na busca da superação da perspectiva de conhecimento fragmentada, para tanto delimitou-se a inter-relação das áreas da “Educação Ambiental e do Saneamento Ambiental”. Por fim, a interface crítico-reflexiva que expressa as “contribuições extrínsecas e intrínsecas da experiência vivenciada aos discentes em formação, os desafios, as perspectivas e possibilidades do fenômeno de estudo”.

3. Resultados e Discussão

3.1 Contribuições das aulas de campo à formação docente

O pano de fundo (primeiro eixo categórico da técnica *fruits trail*) remete à aula de campo como recurso metodológico pedagógico no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Jacobucci (2008), no âmbito educacional, os espaços não-formais são lugares distintos dos espaços escolares formais (Instituições de Educação Básica e Ensino Superior) em que é possível realizar práticas educativas, os espaços não-formais, por sua vez, podem ser institucionais ou não institucionais.

A estratégia didática anteriormente citada é uma alternativa que contribui para superação do ensino tradicional permitindo o desenvolvimento de competências e habilidades, (re)construção de valores e saberes, reflexões e criticidade, a partir da compreensão da relação do espaço vivenciado e dos subsídios

teóricos vistos nos espaços formais de Educação, vitalizando ainda a socialização e a autonomia (Silva & Campos, 2017).

No ensino superior, para formação docente, as aulas de campo colaboram além da conexão teoria e prática para uma formação interdisciplinar fincada na pesquisa investigativa e reflexiva, propulsiona abordagens socioambientais nas práticas dos licenciandos e estimula a troca de saberes entre professor e estudante. Não obstante, algumas limitações podem ser pontuadas, como a iniciativa do docente como um dos fatores determinantes, a aula de campo não deve ser dissociada da problematização, o custo financeiro e o equívoco dos discentes em pensar essa alternativa, como um entretenimento (Paiva & Sudério, 2019).

Frente aos desafios de distinguir metodologias e modalidades didáticas no contexto da EA e meio ambiente no Semiárido brasileiro, a aula de campo figura um instrumento importante que atua como força motriz na aprendizagem significativa, crítica e consciente inerente as pautas de desenvolvimento local sustentável (Junqueira & Oliveira, 2015).

3.2 Descrição do processo de tratamento de efluentes domésticos observados

No foco central serão discorridas as etapas de tratamento da estação, observadas e registradas em campo, desde a introdução dos efluentes domésticos e sanitários na unidade até a etapa de devolução aos corpos d'água.

Notou-se que parte dos resíduos de fossas domésticas são bombeados e coletados por transportes adequados, com capacidades de armazenamento específicas de dejetos/litros. No caso dos esgotos domésticos, estes são conduzidos por “caneletas” das casas e em seguida seguem até a estação.

Em confluência com as observações e explicações registradas, Nuvolare (2011) descreve que o sistema de esgotamento sanitário tem suas finalidades centradas na tríade higiene-sociedade-economia. É composto basicamente por: uma rede coletora que inclui ligações prediais, coletores de esgoto e órgãos assessorios; interceptores e emissários, estes últimos tem a função de transportar o esgoto até a estação de tratamento; sifões invertidos e passagens forçadas; estações elevatórias; estação de tratamento de esgoto (ETEs) e corpo receptor.

No interior da Companhia observada inicia-se a primeira etapa do tratamento, as águas residuais são direcionadas para segmentos onde o tratamento físico prossegue. No primeiro segmento, ocorre o gradeamento, neste processo os materiais sólidos “grosseiros” são separados da água e cobertos por cal para minimizar o mau cheiro. Os macroresíduos retidos são depositados em aterros sanitários externos a estação e a água (ainda contaminada) remanescente segue para um segundo segmento, as caixas de areia, onde os resíduos densos sofrem o processo de decantação. Após a passagem pelos segmentos, as águas residuais desembocam no medidor de *Parshall* que mede a vazão do líquido que entra na estação.

O sistema de lodos ativados é amplamente utilizado por ETEs, sua principal meta é remover resíduos sólidos presentes no esgoto. Consistem simploriamente em grades, caixas de areia e decantadores, para remoção de sólidos grosseiros, areia e lodo, respectivamente. Normalmente, após a caixa de areia há medidores de vazão (à exemplo, medidores de *Parshall*) que controla a altura da água (Nuvolare, 2011).

A partir de então, as águas prosseguem através de tubulações até um sistema constituído de cinco lagoas de estabilização, entretanto antes da chegada a primeira lagoa, um recurso denominado “mata-burro” (estrados de aços sob valas) está disposto no solo para evitar a entrada de equinos e bovinos presentes nas imediações da estação e a consequente contaminação das lagoas por aqueles. Ambos os sistemas de tratamento descritos são tidos como vertentes da biorremediação *ex situ*.

O sistema de lagoas de tratamento baseado no Sistema Australiano de Lagoas fundamenta-se no uso de lagoas anaeróbicas (A e B), facultativas (C e D) e aeróbica (E) para a redução majoritária dos demais resíduos e agentes causadores de doenças, tal meta é favorecida em regiões quentes, pois as principais variáveis para a consolidação do tratamento da água são a radiação solar (UV) e o gás oxigênio (O₂), ambos os fatores atuam na eliminação de patógenos e possibilitam a biorremediação no trato de micropoluentes.

O tratamento biológico mediante lagoas de estabilização almeja a reprodução dos fenômenos naturais correntes em rios, no que diz respeito à autodepuração, nessas a estabilização da matéria orgânica é promovida pela oxidação bacteriológica e/ou a redução fotossintética de algas. As lagoas de estabilização,

por sua vez, são categorizadas em anaeróbicas, facultativas e de maturação (Castro, 2001). São propriedades dessas lagoas, a eficiência, a simplicidade, operacionalidade, manutenção e o controle. No Brasil, a primeira lagoa de estabilização foi construída na década de 60 no estado de São Paulo, já no Ceará, nos anos 70, neste estado nordestino há cerca de 40 ETEs deste tipo (Rodrigues, 2005).

Conforme as informações registradas na aula de campo, as lagoas de tratamento A e B são anaeróbicas e de coloração escura e odor forte característico, e suas paredes são projetadas diagonalmente com uma profundidade de medida 3.2 metros consonante com a descrição de Rodrigues (2005) para as unidades de tratamento da série de lagoas de Juazeiro do Norte com base em elementos de projeto da CAGECE. Essa conformação dificulta a radiação UV e O₂ de penetrar nas mesmas, tornando-as ambientes carentes de O₂ e propícios para microorganismos anaeróbicos (em especial bactérias decompositoras) realizarem a fermentação de parte da matéria orgânica, por isso nessas lagoas a visualização de bolhas de gás sulfídrico é evidente, favorecem também a deposição de metais pesados. Vale ressaltar que o esgoto matura durante alguns dias nessas duas lagoas iniciais período suficiente para reduzir significativamente a carga poluidora na água.

Corroborando com os argumentos supracitados, sabe-se que nas lagoas anaeróbicas, o processo de tratamento decorre da sedimentação e da digestão anaeróbica, os principais problemas compreendem o mau cheiro e a necessidade periódica de remoção de lodo, nesse tipo de lagoa, não há necessidade de radiação UV e sua profundidade deve ser de 4 a 5 metros para reduzir a penetração de O₂ (Rodrigues, 2005).

As lagoas C e D são facultativas, ou seja, nestas ocorrem processos biorremediadores tanto anaeróbicos, quanto aeróbicos, com predominância deste último. Isto se deve a própria configuração das lagoas que possuem profundidade aproximada de 1.5 metros de acordo com Rodrigues (2005), possibilitando a entrada de parte de luz solar e O₂. Para Rodrigues (2005) a profundidade é elemento importante nas dimensões físicas, biológicas e hidrodinâmicas da lagoa.

A coloração esverdeada de C e D também é contrastante, em decorrência dos microorganismos ali presentes, principalmente algas, que realizam fotossíntese e se proliferam devido à eutrofização do ambiente promovida pelo acúmulo de nutrientes (a exemplo, nitrogênio e fósforo) provenientes do próprio material presente nos efluentes em tratamento.

De acordo com Castro (2001), é comum o uso de lagoas facultativas, a condição biológica de aerobiose ocorre na superfície e a anaerobiose no fundo, a camada facultativa se localiza entre aquelas, a simbiose entre algas e bactérias está presente nessas lagoas. Dentre os fatores que podem influenciar sua eficácia de atuação estão os ventos, a temperatura e a luz.

Em seguida, as águas em tratamento são direcionadas para a lagoa E, “lagoa de maturação” ou “de polimento”, totalmente aeróbica, de coloração esverdeada e com profundidade de apenas um metro e meio e mais larga que C e D segundo Rodrigues (2005), prevista na literatura especializada, favorecendo intensa atividade de microorganismos aeróbios, sobretudo de algas.

Lagoas de maturações têm por principal encargo a remoção de nitrogênio e fósforo do efluente e a eliminação de agentes patogênicos, podendo ser acrescidas ao sistema australiano de tratamento (combinação de lagoa anaeróbica seguida de lagoa facultativa) para otimização do processo, a profundidade usual perpassa entre 0.8 a 1.5 metros (Castro, 2001; Rodrigues, 2005).

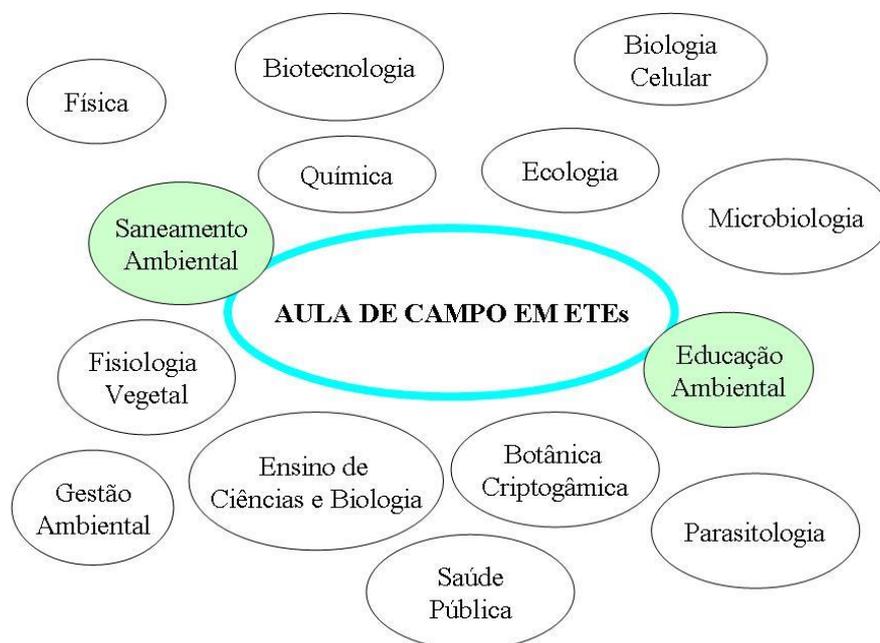
Posteriormente, a água agora tratada é conduzida através de tubulações a um local que mede a vazão de saída e em seguida lança-a no circunvizinho rio Salgado que perpassa próximo à estação. Face, sabe-se que a água tratada que chega ao corpo receptor ainda permanece com uma pequena concentração de poluentes, a água bruta contém “*material flutuante [...], areia fina, silte, argila, [...] matéria orgânica natural e algas [...], organismos, tais como protozoários, bactérias e vírus também podem estar presentes* (Di Bernardo, Brandão & Heller, 1999, p. 21)”, por essa razão torna-se necessário um pré-tratamento deste corpo d’água antecedente ao abastecimento da comunidade local.

3.3 Interação da Educação Ambiental e Saneamento Ambiental

O recurso pedagógico da aula de campo permitiu evidenciar em sua essência, o contexto interdisciplinar (Química, Microbiologia, Biotecnologia, Educação Ambiental, Saneamento Ambiental, Ecologia, Botânica, Fisiologia Vegetal, dentre tantas outras integrações), ressaltou a relação de

interdependência entre as dimensões da Educação Ambiental e do Saneamento Ambiental (SA) e da saúde humana e ambiental, sendo que nestas duas últimas, os danos são intricados (Figura 3).

Figura 3 – Áreas correlatas que podem ser identificadas em aulas de campos formativas em ETEs.



Fonte: Autores (2020).

Segundo os argumentos de Nascimento et al. (2018, p. 20):

A preocupação com o meio ambiente fez vir à tona a importância da Educação Ambiental, visto que o ser humano é o principal agente de destruição do meio em que vive e por isso, deve desde cedo aprender a cuidar e a preservar a natureza, visando um equilíbrio entre a sua existência no mundo e o uso racional e sustentável dos recursos naturais, pois o ser humano é o único que pode frear, e até mesmo reverter a degradação ambiental.

A Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 que dispõe sobre a EA, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências conceitua essa dimensão da seguinte maneira:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Silva et al. (2019) relatam que dentre as maneiras de promover a compreensão da sustentabilidade, experiências de ensino e aprendizagem e processos de aprendizagem ativa e participativa, incluindo aulas e experiências ao ar livre são relevantes ferramentas, potencializando a interação/integração da tríade ser humano/natureza e contribuindo para uma aprendizagem holística e interdisciplinar no ensino superior. Os autores também realizaram aulas de campo em visitas a estações de tratamento de água e esgoto, dentre outros espaços não formais, possibilitando segundo seus pressupostos, maior contato dos formandos com a área ambiental, a vivência da realidade local e a interação dos fatores socioambientais e econômicos nos contextos visitados, salientando que tais espaços são relevantes na conservação de recursos naturais.

Os problemas relacionados à saúde, ao saneamento e ao meio ambiente envolvem grande parte da população mundial. No Brasil, o déficit no acesso aos serviços básicos atinge principalmente as populações mais carentes que se concentram em favelas, nas periferias das cidades e nas áreas rurais. A inexistência ou ineficácia de serviços de saneamento favorece ao agravamento da saúde e da qualidade de vida da população (Santos et al., 2018, p. 242).

Nesse sentido, considerando todas as contribuições do biotratamento de resíduos mencionadas até então neste estudo, Pereira e Freitas (2012) enfocam que a biorremediação constitui uma das vertentes inseridas na conjuntura da EA que merece ser explorada a fundo.

Denotando, o quão intrincados são aquelas duas dimensões que nomeiam o subtítulo dessa subsecção secundária, Ribeiro e Günther (2002) realizaram um projeto de SA associado à EA em dois municípios rurais e observaram o êxito no cenário sanitário-ambiental dessas localidades, pondo em destaque a relevância da mobilização comunitária pertinente a condução, implementação e sustentabilidade de ações de SA e promoção da saúde e qualidade de vida.

Medidas de SA (abastecimento de água e esgotamento sanitário adequado, por exemplo) corroboram para com a proteção do meio ambiente e contribuem para a saúde e o bem-estar da sociedade principalmente no que encerra à redução de patologias de veiculação hídrica (Araújo, 2008), tais políticas de saneamento aliadas à tecnologia da biorremediação favorecem tanto o meio ambiente quanto a biodiversidade, minimizando os impactos antropogênicos e concomitantemente abrindo portas para sustentabilidade.

3.4 Reflexões pós-campo

Para as contribuições extrínsecas, ou seja, as elencadas para o foco central têm-se o processo natural de biorremediação utilizado na Companhia, estratégia sustentável na luz da EA, de fácil aplicabilidade, baixo custo e alta eficiência devido à constância de microorganismos (bactérias, fungos, algas, por exemplo) no ambiente que promovem o equilíbrio do mesmo através da “reciclagem da matéria”. Em consonância, Di Bernardo, Brandão e Heller (1999) afirmam que por intermédio da tecnologia, há a possibilidade da transformação de água de qualquer qualidade em água potável.

Aqui cabe a ressalva de que a tecnologia da biorremediação data do final da década de 80, empregada devido à necessidade da sociedade em preservar o ambiente. Consiste na utilização de microorganismos para desintoxicar ou degradar poluentes antrópicos, considerando que esse método proporciona diminutos danos ao ambiente (Tortora, Funke & Case, 2012).

Ainda, o processo de tratamento de efluentes domésticos e sanitários e o abastecimento de água promovidos pela CAGECE e sua veemente relevância para a qualidade de vida da população juazeirense local. E por constituir um espaço formativo não formal e interdisciplinar no âmbito educacional, provendo o despertar para (re) construção do conhecimento a luz de questões socioambientais e econômicas sob a perspectiva do *eu* pesquisador individual contrapondo a vivência, os saberes científicos e as visões internas ao indivíduo.

No tocante às contribuições intrínsecas da aula de campo, permitiu-nos: distinguir inúmeras relações dos conteúdos apresentados em aulas à realidade; sensibilizar-se em relação à EA, refletindo também na mudança de hábitos para estarem em consonância e harmonia com o meio ambiente; melhorar a interação professor-aluno-aluno; pensar sobre o SA na ótica individual e coletiva; e desenvolver-se cognitivamente no sentido da criticidade, reflexão e educação científica, ainda, possibilitou ponderações a respeito da importância dos espaços não formais no ato educativo e nosso crescimento sob as perspectivas profissionais e individuais.

Aos desafios do fenômeno de estudo, destaca-se o uso de detergentes não biodegradáveis que podem afetar negativamente o processo de tratamento nas ETEs, posto que a microbiota responsável por realizar a “limpeza” não consegue degradar ou degrada pouco, tais compostos, pautando-se aí a importância da mobilização social no que tange os bons hábitos mediante a EA.

Óleos comestíveis residuais, detergentes e sabões quando descartados de forma inadequada são potenciais problemas para ETEs (Ritter, Curti & Valderrama, 2013). Assim, indicando vias de mudança de

costumes sustentáveis para o benefício do ambiente no que diz respeito ao gerenciamento correto desses materiais em âmbito residencial.

Outro desafio contemporâneo são os poluentes hídricos emergentes que abarcam os fármacos, cosméticos, disruptores endócrinos, nanopartículas, dentre outros. Estes poluentes diferentemente dos tradicionais requerem tratamentos avançados (a exemplo, sistemas de membranas, carvão biologicamente ativado e processos oxidativos avançados) em detrimento dos sistemas convencionais de tratamento de água e esgoto (Hespanhol, 2015).

Mariano (2006, p. 23) elenca os seguintes fatores naturais limitantes à biodegradação de poluentes “*altos níveis de concentração de poluentes, falta de oxigênio, pH desfavorável, falta de nutrientes minerais, baixa umidade e temperaturas desfavoráveis*”.

As possibilidades e perspectivas evidenciadas no contexto deste artigo qualificam o desenvolvimento sustentável nas ETEs, a colaboração e mobilização da comunidade frente a contaminação e desperdício dos recursos hídricos e o estímulo a visitas em ETEs para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem e promoção da EA.

4. Considerações finais

A vivência exitosa culminou em rol extenso de saberes (re) construídos significativamente no contexto da formação dos discentes redatores desse relato. Possibilitou interligar os distintos conteúdos vistos em salas de aula de forma segregada no Curso de Ciências Biológicas a uma temática central, mediada pelo uso da aula de campo.

Alinhado ao objetivo central deste trabalho, a técnica desenvolvida e aplicada se demonstrou eficaz na “metabolização” das informações obtidas mediante a aula de campo como espaço formativo, explorando a importância do foco central delineado e evidenciando o caráter interdisciplinar de temáticas voltadas para o meio ambiente.

Anseia-se que este texto instigue a busca de novos “focos centrais” sob o mesmo “pano de fundo” deste relato, a fim de plenificar o aprendizado significativo e favorecer a motivação, a dinamização e interesse pelo mesmo. Em adição, contribuir para evidenciar recursos metodológicos inéditos para a comunidade científica nessa mesma perspectiva ambiental.

5. Referências

Araújo, F. C. B. P. (2008). **A influência da CAGECE sobre a taxa de incidência de doenças de veiculação hídrica (hepatite viral) nos municípios cearenses**. Dissertação de mestrado, Mestrado em Economia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 101 p., Brasil.

BRASIL. Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e da outras providências**. 1999. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm. Acessado em: 30 de abril de 2020.

BRASIL. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. **Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. 2016. Disponível em: <http://www.conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acessado em: 20 de agosto de 2020.

Carneiro, D. A., & Gariglio, L. P. (2010). A biorremediação como ferramenta para a descontaminação de ambientes terrestres e aquáticos. **Revista Tecer**, 3(4), 82-95.

Castro, M. C. A. A. (2001). **Avaliação de um Sistema Australiano de lagoas no tratamento conjunto de esgoto sanitário e líquidos percolados gerados em aterro sanitário**. Tese de doutorado, Doutorado em Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 248 p., Brasil.

- Daltro, M. R., & Faria, A. A. (2019). Relato de experiência: Uma narrativa científica na pós-modernidade. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, 19(1), 223-237.
- Di Bernardo, L.; Brandão, C. C. S.; & Heller, L. (1999). **Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas [recurso eletrônico]**. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 114 p.
- Hespanhol, I. (2015). Reúso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes. **Revista USP**, (106), 79-94.
- Jacobucci, D. F. C. (2008). Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Em Extensão**, 7, 55-66.
- Junqueira, M. E. R., & Oliveira, S. S. (2015). Aulas de campo e Educação Ambiental: potencialidades formativas e contribuições para o desenvolvimento local sustentável. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (Revbea)**, 10(3), 111-123.
- Mariano, A. P. (2006). **Avaliação do potencial de biorremediação de solos e de águas subterrâneas contaminados com óleo diesel**. Tese de doutorado, Doutorado em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 162 p., Brasil.
- Moraes, D. S. L., & Jordão, B. Q. (2002). Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, 36(3), 370-374.
- Nascimento, P. T. B., Mendes, T. G. L., Bezerra, J. M., & Andrade, C. F. F. (2018). Educação Ambiental e projetos interdisciplinares: um olhar sob os anos finais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 2(1), 18-26.
- Nuvolari, A. (2011). **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola** (2. ed.). São Paulo: Blucher, 562 p.
- Paiva, A. B., & Sudério, F. B. (2019). Aulas de campo interdisciplinares como estratégias formativas para docentes de Ciências e Biologia. **Scientia Plena**, 15(8), 1-10.
- Pereira, A. R. B., & Freitas, D. A. F. (2012). Uso de microorganismos para a biorremediação de ambientes impactados. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 6(6), 995-1006.
- Ribeiro, H., & Günther, W. M. R. (2002). **A integração entre a educação ambiental e o saneamento ambiental como estratégia para a promoção da saúde e do meio ambiente sustentado**. p. 1-8. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/profile/Helena_Ribeiro4/publication/268412716_A_INTEGRACAO_ENTRE_A_EDUCACAO_AMBIENTAL_E_O_SANEAMENTO_AMBIENTAL_COMO ESTRATEGIA PARA_A_PROMOCAO_DA_SAUDE_E_DO_MEIO_AMBIENTE_SUSTENTADO/links/556490f908ae89e758fd91c5.pdf>. Acessado em: 30 de abril de 2020.
- Ritter, C. M., Curti, S. M., & Valderrama, P. (2013). Monitoramento mensal da presença de detergentes não biodegradáveis e resíduos de óleos comestíveis nas estações de tratamento de esgoto da cidade de Campo Mourão, Paraná. **Revista Tópos**, 7(1), 51-57.
- Rodrigues, F. P. (2005). **Utilização da técnica da biorremediação em sistemas de esgotamento sanitário. Aplicação na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará**. Dissertação de mestrado, Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 90 p., Brasil.

Santana, A. C., & Freitas, D. A. F. (2012). Educação Ambiental para a conscientização quanto ao uso da água. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 28, 178-188.

Santos, F. F. S., Daltro Filho, J., Machado, C. T., Vasconcelos, J. F., & Feitosa, F. R. S. (2018). O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 4(1), 241-251.

Silva, G. D., Marinho, A. O., Machado, M. K., & Hoefel, J. L. M. (2019). Aulas de Campo como instrumentos para difusão da Sustentabilidade. **Momentum**, 1(17), 1-17.

Silva, M. S., & Campos, C. R. P. (2017). Atividades investigativas na formação de professores de ciências: uma aula de campo na Formação Barreiras de Marataízes, ES. **Ciência & Educação (Bauru)**, 23(3), 775-793.

Tortora, G. J; Funke, B. R; & Case, C. L. (2012). **Microbiologia** (10. ed.). Porto Alegre: Artmed, 934 p.

Tundisi, J. G. (2008). Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, 22(63), 7-16.

Von Sperling, M. (2005). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias** (3. ed.). Belo Horizonte: UFMG, v. 1, 452 p.