



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
LICENCIATURA EM QUÍMICA**

MARICÉLIA LUCENA FERREIRA

**O USO DO ESTUDO DE CASO PARA EXPLORAR MÉTODOS DE
TRATAMENTO DE ESGOTO EM SALA DE AULA**

**CAJAZEIRAS-PB
2018**

MARICÉLIA LUCENA FERREIRA

**O USO DO ESTUDO DE CASO PARA EXPLORAR MÉTODOS DE
TRATAMENTO DE ESGOTO EM SALA DE AULA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Formação de Professores como requisito do componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso, para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Mestre José Gorete Pedroza de Lacerda;

Co-orientador: Prof. Mestre Edilson Leite da Silva.

**CAJAZEIRAS-PB
2018**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)
Josivan Coêlho dos Santos Vasconcelos - Bibliotecário CRB/15-764
Cajazeiras - Paraíba

F383u Ferreira, Maricélia Lucena.
O uso do estudo de caso para explorar métodos de tratamento de esgoto em sala de aula / Maricélia Lucena Ferreira. - Cajazeiras, 2018.
50f.: il.
Bibliografia.

Orientador: Prof. Me. José Gorete Pedroza de Lacerda.
Coorientador: Prof. Me. Edilson Leite da Silva.
Monografia (Licenciatura em Química) UFCG/CFP, 2018.

1. Química ambiental. 2. Tratamento de esgoto- estudo de caso. 3. Saneamento básico. 4. Meio ambiente- tratamento da água. 5. Água para consumo-qualidade. I. Lacerda, José Gorete Pedroza de. II. Silva, Edilson Leite da. III. Universidade Federal de Campina Grande. IV. Centro de Formação de Professores. V. Título.

UFCG/CFP/BS

CDU - 54:504



Universidade Federal
de Campina Grande

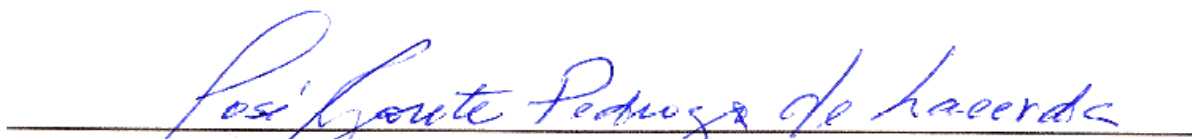
Maricélia Lucena Ferreira

O Uso do Estudo de Caso Para Explorar Métodos de Tratamento de Esgoto em Sala de Aula

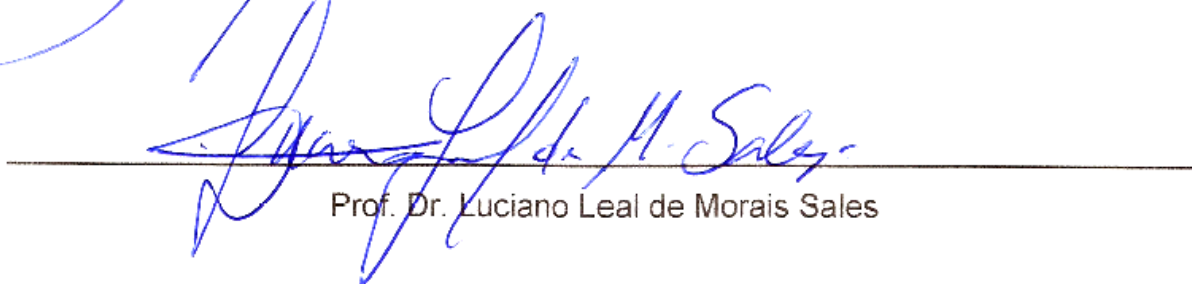
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do grau de Licenciada em Química pela UFCG – Cajazeiras-PB.

Avaliado e aprovado em 22/03/2018, com nota 8,2, em Cajazeiras-PB.

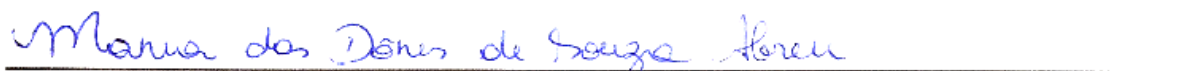
Banca Examinadora



Prof. Mestre José Gorete Pedroza de Lacerda



Prof. Dr. Luciano Leal de Moraes Sales



Prof.ª. Me. Maria das Dores de Souza Abreu

CAJAZEIRAS-PB
2018

Dedico ao meu filho **Angelo Luigi** que também é o meu Anjo, sendo inspiração e motivação para alcançar meus objetivos e à minha mãe **Diolina** (in memoriam) que fez todo o possível em vida para me ajudar ao longo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor do plano astral maior, pelas superações diárias e por me conceder esse momento tão esperado;

Ao meu orientador, o Mestre professor José Gorete Lacerda por todas as contribuições e dicas durante a discussão e aprimoramento das ideias até aplicação destas, bem como pelo apoio e compreensão durante as fases que vivenciei nesse período;

Ao meu co-orientador, Mestre Edilson Leite da Silva, pelo total apoio e a extrema contribuição, técnica e zelo na formatação das ideias, e principalmente a toda compreensão dispensada no decorrer desta produção acadêmica;

Aos membros da banca examinadora Prof. Luciano e Prof.^a Maria das Dores;

Aos meus professores do curso de licenciatura em Química do Centro de Formação de Professores, que contribuíram com orientações relevantes para minha formação como profissional e cidadã responsável pela qualidade de ensino de futuros estudantes, pois a principal meta de um licenciando é adquirir os saberes necessários para assim ter uma prática de ensino eficiente;

E em especial ao meu ex-professor Mestre Antônio Gonçalves, meu querido Toinho, o qual sempre desempenhou grande incentivo e contribuição metodológica para a elaboração dos textos acadêmicos e científicos, sendo que o enriquecimento da minha escrita acadêmico/científica é fruto do seu comprometimento com as disciplinas as quais a minha pessoa como aluna o mesmo ministrou;

À minha irmã Maricelma, que me apoiou nos momentos necessários, tanto os fáceis, mas principalmente nos não fáceis;

À minha mãe Diolina (in memoriam), meu pai Marinaldo, minha sobrinha Anne Vitória e meu irmão Marcos Alberto;

Aos meus colegas e chefes de trabalho pela compreensão e apoio diário, principalmente a pessoa de Márcio Gomes;

Aos meus amigos e colegas de curso pelo compartilhamento de aprendizado e os bons momentos em grupo, os quais levarei sempre comigo;

Às professoras que fazem parte da Escola Municipal Crispim Coelho, por todo apoio e compreensão;

Aos profissionais da Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba que contribuíram com informações para realização da palestra.

“Não basta saber ler que Eva viu a uva. É preciso saber qual a posição que Eva ocupa no seu contexto social, quem trabalha para produzir a uva e quem lucra com esse trabalho.”

(Paulo Freire)

RESUMO

O Brasil detém um dos maiores potenciais de água doce do planeta, mas há uma distribuição territorial não uniforme deste recurso tão essencial à vida, devido a grande diversidade climática e ao seu extenso território. Entretanto, apesar de dispor de uma avançada legislação direcionada aos cuidados com o meio, ainda há uma aplicabilidade pouco eficiente a respeito das leis. A carência na prestação de serviços de saneamento básico coloca em perigo a qualidade das águas disponíveis para o consumo, afetando a saúde humana, ocasionando conseqüentemente um dispêndio maior de investimentos que poderiam ser direcionados à saúde e educação dos habitantes. A presente pesquisa objetiva através do uso de estudo de caso explorar métodos de tratamento de esgoto, envolvendo a contextualização do ensino de química ambiental e posicionamento dos discentes diante de uma problemática apresentada. Utilizou-se nesta pesquisa o caso do tipo Aprendizagem Baseada em Problemas. O procedimento metodológico iniciou-se com a aplicação de um questionário prévio, seguido de uma palestra abordando-se os métodos de tratamento de esgotos e logo após apresentou-se o caso “Trazendo a água da lama à nobreza”, para propor no trabalho em equipe as soluções ao caso, expressando-as através da produção textual, finalizando-se com aplicação de um questionário para averiguação da aprendizagem. Verificou-se na utilização do método de estudo de caso a possibilidade de explorar os tipos de tratamento de esgoto, além de o método propiciar contribuições para um ensino que desenvolva habilidades e competências voltadas para o conhecimento científico, o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo, além de explorar a relação do ensino de Química ambiental com o cotidiano e a formação cidadã.

Palavras-chave: Tratamento de Esgoto; Efluentes; Estudo de Caso; Ensino de Química; Meio Ambiente.

ABSTRACT

Brazil holds one of the largest freshwater potentials on the planet, but there is an unequal territorial distribution of this resource so essential to life, due to great climatic diversity and its extensive territory. However, although there is an advanced legislation aimed at the care of the environment, there is still a little efficient applicability to the laws. The lack of basic sanitation services endangers the quality of water available for consumption, affecting human health, resulting in a higher expenditure of investments that could be directed to health and education of the population. This objective research through the use of case study explores sewage treatment methods, involving the contextualization of the teaching of environmental chemistry and positioning of the students in the face of a problematic presented. It was used in this research the case of type learning-based problems. The methodological procedure began with the application of a previous questionnaire, followed by a lecture addressing the methods of sewage treatment and soon after presented the case "Bringing the water from the mud to the nobility", to propose in teamwork the Solutions to the case, expressing them through textual production, concluding with the application of a questionnaire to ascertain learning. It was verified in the use of the case study method the possibility of exploring the types of sewage treatment, in addition to the method providing contributions to a teaching that develops skills and competences focused on scientific knowledge, the development of critical-reflective thinking, besides to exploring the relationship of environmental chemistry teaching with daily life and citizen formation.

Keywords: Sewage treatment; Wastewaters; Case Study; Teaching Chemistry; Environmental.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 O ensino de química	11
2.1.1 Ensino de química ambiental	12
2.2 Recursos hídricos	14
2.2.1 Universalização do saneamento	16
2.2.2 Tratamentos de esgotos.....	17
2.2 Estudo de caso	23
3. METODOLOGIA	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Tratamentos da coleta de dados dos questionários aplicados	29
4.2 Análise da produção textual em proposta ao caso aplicado	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÊNDICE A – Questionário 1, para Compreensão dos Discentes a Respeito do Tratamento de Águas Residuais

APÊNDICE B – Questionário 2, para Compreensão dos Discentes a Respeito do Tratamento de Águas Residuais

APÊNDICE C – Caso elaborado para explorar tipos de tratamento de água e medidas saneamento.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), na Parte III a qual trata do ensino de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, “os conhecimentos difundidos no ensino de Química permitem a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada” (BRASIL, 2000, p. 32), o qual este deve primar não meramente pelo conteúdo teórico, mas também pelo desenvolvimento de habilidades e competências para capacitar os discentes na tomada de decisões em situações problemas, contribuindo assim na sua formação cidadã.

Para o ensino de Química não reduzir-se unicamente a transmissão de informações prontas sem qualquer relação com a realidade do estudante, neste deve-se tratar dos temas de forma contextualizadora do conhecimento, com mais flexibilidade e interatividade, o qual possa permitir aos aprendizes uma leitura de mundo pela ótica da Química.

Uma vertente do ensino de Química é a Química ambiental, a qual conforme Art. 1º, do Capítulo I, da Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que trata da educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências:

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, p.1)

Ferreira, Silva e Sales (2016) consideram o meio ambiente o foco da Química Ambiental e sendo este ocupado por nós, cabe ao docente empregar uma metodologia que contemple a relação teoria, sociedade e meio ambiente com uma base para discussões relevantes em sala de aula de forma contextualizada.

No tocante ao meio ambiente, há uma crescente preocupação com a água no que se refere à disponibilidade, tratamento, e as formas de reaproveitamento das águas residuais provenientes tanto de esgotos domésticos, quanto industriais, bem como com os mananciais onde estes muitas vezes são lançados sem que sejam obedecidos os parâmetros legais para o descarte no meio ambiente.

A presente pesquisa objetiva através do uso de estudo de caso explorar métodos de tratamento de águas residuais, envolvendo a contextualização do ensino de química ambiental e posicionamento dos discentes diante de uma problemática apresentada.

Para tanto, se propôs o uso da metodologia de Estudo de Caso, na intenção de propiciar um ensino onde se mescle os conhecimentos prévios e o senso comum aos conhecimentos químicos. Embasando-se no disposto na literatura sobre práticas pertinentes do bom uso dos recursos hídricos em conformidade com as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de nº 357/2005 e complementada pela nº 430/2011, as quais dispõem sobre o enquadramento das águas e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos de água.

Um ponto relevante investigado através deste conjunto de atividades é o papel da Química, mas especificamente da Química ambiental, dentro da conjuntura meio ambiente e sociedade.

Os tópicos que se seguem, apresenta de forma sucinta a importância dos recursos hídricos dentro do ensino de Química, bem como do método de Estudo de Caso que visa aguçar o interesse e participação do estudante (aquele que estuda) e não tão somente do aluno (aquele que frequenta um estabelecimento de ensino).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O ensino de química

A Química é uma ciência que está aliada a base da vida, ela se encontra na constituição de tudo que existe tanto animado, quanto inanimado e detém uma relevante importância na medicina, indústria, agricultura, culinária, dentre outras diversas áreas de conhecimento e aplicabilidades existentes. “A química do cotidiano, por exemplo, se localiza em outros lugares, que não o laboratório: na cozinha, nos seres vivos, na natureza etc.” (ROSA; TOSTA, 2005, p. 257).

Em grande parte, o ensino de Química não é mais facilmente compreendido e absorvido em sala de aula, devido à falta de percepção da dada importância que este possui. Por isso, cada vez mais se prima nos cursos de licenciatura, que os licenciandos insiram em suas didáticas a contextualização das teorias a serem trabalhadas, para assim os discentes compreenderem como os assuntos apresentados em sala de aula, estão presentes em seu cotidiano, estabelecendo-se assim uma relação entre teoria e aplicabilidade dos conhecimentos Químicos.

Evidenciando-se o que trata a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB), em seu Art. 43º, inciso I, do Capítulo IV, o qual afirma que a educação superior tem por finalidade “estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo” (BRASIL, 1996, p. 4), cabe aos futuros professores pesquisar, testar e analisar práticas de ensino que contribuam com ampliação da qualidade do mesmo.

A interdisciplinaridade acontece da inter-relação entre disciplinas de diferentes ramos do saber, possibilitando assim, um elo entre os diferentes saberes adquiridos nas diversas disciplinas ofertadas na instituição de ensino. Mas, “existe um grande desafio teórico, epistemológico e metodológicos que é a relação entre as disciplinas, onde cada uma deve respeitar o limite da outra e ainda assim haver um consenso entre elas para a construção de um saber diferenciado”. (UMBELINO; ZABINI, 2014, p. 4). Em consonância com os atuais parâmetros de ensino, o qual “é preciso desenvolver uma articulação interdisciplinar, de forma a conduzir organicamente o aprendizado pretendido”. (BRASIL, 2000, p. 8).

Conseguir superar esse desafio multifacetado não é fácil, mas também não é impossível, visto que não há uma independência holística numa disciplina, pois um saber complementa o outro.

2.1.1 Ensino de química ambiental

A Química ambiental está socialmente interligada à docência. Seu desenvolvimento no ambiente de ensino potencializará o pensamento crítico do discente, para que este possa ser um cidadão consciente dos seus direitos e deveres em respeito ao meio ambiente.

Para promover as habilidades e competências dos conhecimentos que o ensino de Química deve envolver conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais:

Na elaboração das atividades, deve-se considerar também o desenvolvimento de habilidades cognitivas, tais como controle de variáveis, tradução da informação de uma forma de comunicação para outra, como gráficos, tabelas, equações químicas, a elaboração de estratégias para a resolução de problemas, tomadas de decisão baseadas em análises de dados e valores, como integridade na comunicação dos dados, respeito às ideias dos colegas e às suas próprias e colaboração no trabalho coletivo. (BRASIL, 2000, p. 37).

Ao se trabalhar um tema em sala de aula, fazendo-se as devidas considerações, é possível obter um resultado final o qual aluno possa ser capaz de enxergar ou apontar soluções diante de determinados problemas.

“No mundo atual, a utilização e a reutilização dos recursos naturais fazem parte de uma discursão que vem cada vez mais ganhando espaço, seja no campo social, econômico e principalmente no campo científico.” (SILVA; SIMÕES, 2017, p. 73). No ensino de Química ambiental, temas a envolverem o meio ambiente são debatidos com bastante relevância e dentre esses, encontra-se a problemática sobre a disponibilidade, tratamento e distribuição de água.

A disciplina de Química ambiental no curso de licenciatura em Química do Centro de Formação de Professores (CFP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) proporciona ao discente, conhecimentos básicos na relação da química e o meio ambiente, abordando a química das águas, dos solos, atmosfera, poluição, aquecimento global e desertificação. O ensino de Química ambiental deve

promover a ampliação do senso crítico para o aluno torna-se um agente transformador na comunidade que convive.

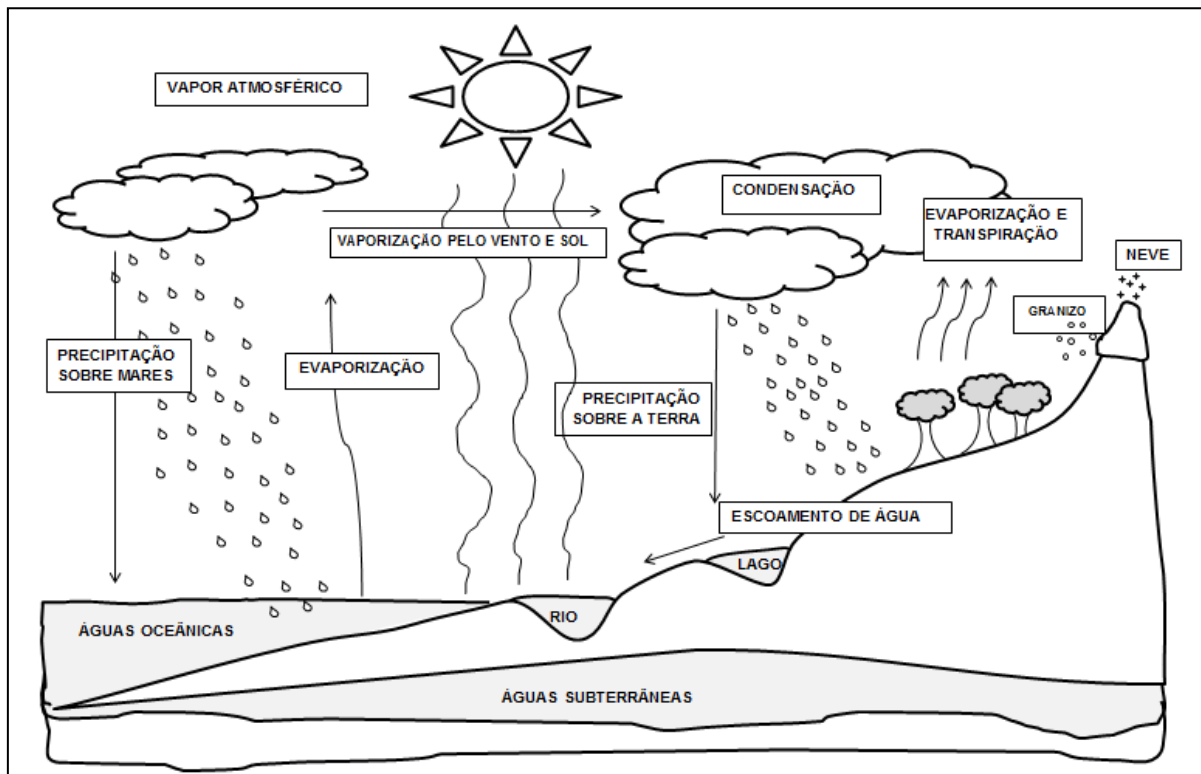
No conteúdo sobre a química das águas, é tratado do ciclo hidrológico, a qualidade das águas, os critérios de potabilidade e tratamentos, contaminação por compostos químicos e/ou agentes biológicos, eutrofização, a purificação de águas poluídas, preservação das riquezas hídricas, produtos orgânicos tóxicos, metais pesados, os esgotos e seu tratamento adequado.

O ensino de Química ambiental se torna bastante propício ao debate e à pesquisa dentro e fora de sala de aula. A contextualização se inseri de forma menos complexa, pois os assuntos estão de certa forma vinculados ao cotidiano do discente.

2.2 Recursos hídricos

A água é uma substância intrínseca a existência da vida animal e vegetal, bem como à manutenção desta. Apoiando-se no princípio da Lei de Conservação das Massas ou Lei de Lavoisier, conhecida pela célebre frase de Antoine Laurent Lavoisier: “na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”, pode-se dizer que a água existente no planeta é a mesma que há a tempos remotos, ou seja, a água está num processo contínuo de transformação, visto que esta pode ser encontrada em diversos estados físicos (sólido, líquido, gasoso, etc.), podendo ser demonstrado, conforme Figura 1, através do ciclo da água.

Figura 1 - Ciclo da água na natureza



Fonte: Própria autora (2018).

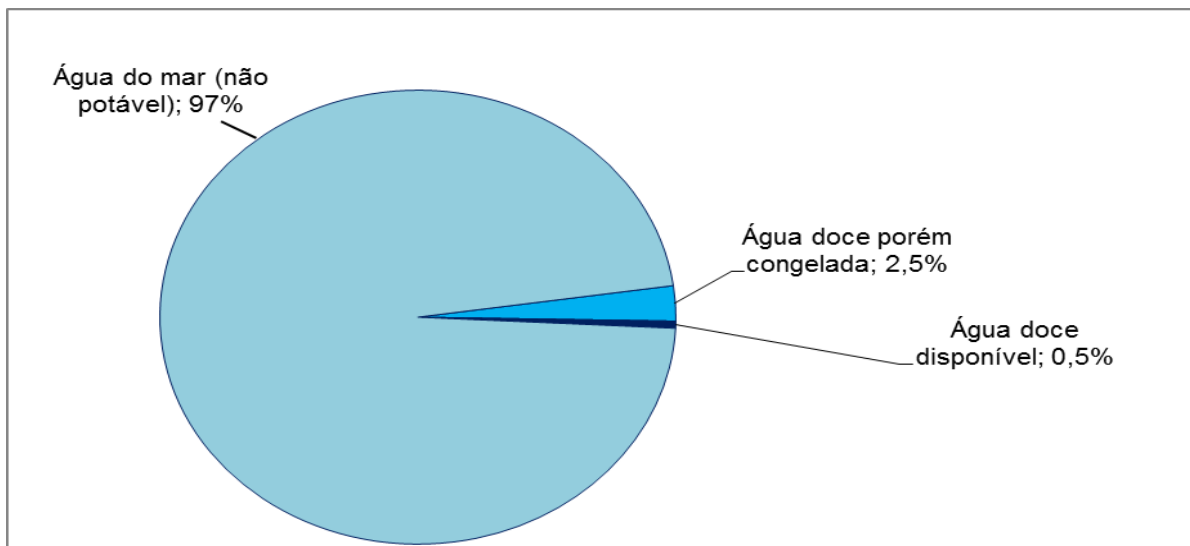
A partir disso, pode-se inferir o porquê de em períodos e localidades diferentes ocorrer a escassez deste recurso tão elementar à vida, onde salienta-se que em diversos casos essa carência não é simples e puramente de água, mas sim de água potável.

Água potável é aquela que em condições normais de temperatura e pressão não oferece risco à saúde, apresentando-se no estado líquido, inodora, incolor e insípida, o que a torna propícia ao consumo.

Um dos agravantes da insuficiência de água potável é a falta de planejamento visando consumo e tratamento adequado das águas tanto por agricultura, indústrias e população em geral.

Estima-se que três quartos do planeta são compostos por água, distribuída em 97% de água salgada (mares e oceanos) e apenas 3% de água doce (calotas polares, águas subterrâneas, rios, lagos e outros), mas desse total de água doce somente 0,5% está disponível para o consumo humano e animal (BRASIL, 2009). Na Figura 2 pode-se observar a distribuição de água doce no planeta.

Figura 2 - Distribuição da água doce no planeta.



Fonte: Adaptado de Fatos e Tendências. (BRASIL, 2009).

Através da Lei 9.433, de 8 janeiro de 1997, que institui a política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências, conhecida também como Lei das Águas, espera-se gerar soluções para o uso adequado dos recursos hídricos, bem como tratamento e manutenção da qualidade das águas. Um dos seus principais objetivos nos termos do Art. 2º, inciso I, é “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. (BRASIL, 1997, p.1).

Conforme se assegura na Constituição de 1988 e referencia-se na Lei das águas em seu Art. 1º, inciso I, água é um bem de domínio público (da União ou dos estados), fundamentando a criação da outorga de direito de uso dos recursos hídricos, a qual tem o objetivo de assegurar o controle qualitativo e quantitativo e o direito ao seu uso por prazo determinado.

O outorgante é quem autoriza a outorga, no caso a Agência Nacional de Águas (ANA) - órgão gestor de recursos hídricos, a todo aquele que usa ou pretende usar os recursos hídricos, para fins de captação de águas superficiais ou subterrâneas, lançamento de efluentes ou qualquer ação que interfira no regime hídrico existente, bem como para o uso de potenciais hidrelétricos. Para as águas subterrâneas, quem emite a outorga é o poder público estadual ou do Distrito Federal. (BRASIL, 2011).

A Política Nacional de Recursos Hídricos tem como diretriz a gestão integrada entre os recursos hídricos e ambientais, visando avaliar o aspecto ambiental e a disponibilidade hídrica, conforme o seu Art. 3º, inciso I, a gestão sistemática dos recursos hídricos. (BRASIL, 1997).

2.2.1 Universalização do saneamento

A palavra saneamento é originária do latim *saneare* derivada de *sano* (ou *sanu*) que significa tornar saudável.

Em 5 de janeiro de 2007 foi criada a Lei nº 11.445, a qual estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978 e dá outras providências. Em seu Art. 2º, inciso I e Art. 3º, inciso III, é garantida a universalização dos serviços públicos de saneamento básico, sendo esta a “ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico”. (BRASIL, 2007, p. 1).

No Capítulo I, em seu Art. 3º, inciso I, a Lei nº 11.445 considera saneamento básico:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. (BRASIL, 2007, p. 2).

Os serviços públicos básicos do saneamento como o “abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente” (BRASIL, 2017, p. 1), são um dos princípios fundamentais da Lei nº11. 445/2007, conforme definido no seu Capítulo I, Art. 2º, inciso III. A falta desses serviços está ligada a implicações na saúde pública, podendo também motivar índices negativos na educação, economia e a disponibilidade hídrica.

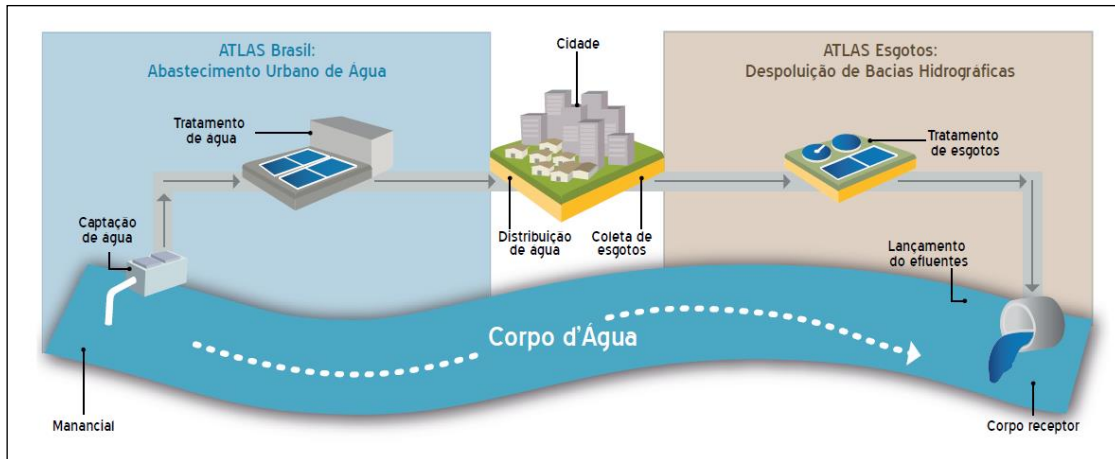
Para ser concretizada, a universalização do saneamento básico, para que todos os domicílios ocupados disponham de rede de esgoto e abastecimento de água, precisa-se de investimentos de valores muito elevados aos que atualmente são empregados.

2.2.2 Tratamentos de esgotos

Tendo em vista que “o esgotamento sanitário é um dos serviços de saneamento que mais necessitam de análises e propostas para o encaminhamento de soluções” (BRASIL, 2017, p. 14), no que concerne a gestão hídrica, com a precariedade de coleta e tratamento de esgotos em âmbito nacional, os quais geram implicações nos corpos de água quanto à sua qualidade, bem como ao equilíbrio ambiental, a ANA e a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades - SNSA/MCidades (órgão coordenador da execução da Política Federal de Saneamento Básico), criaram o ATLAS Esgotos: Despoluição de Bacias

Hidrográficas, subsequente ao ATLAS Brasil: Abastecimento Urbano de Água, onde ambos tratam do saneamento e dos recursos hídricos. Na Figura 3 pode-se visualizar superficialmente do que trata cada atlas.

Figura 3- Demonstração do que trata o Atlas Brasil e o Atlas Esgotos



Fonte: (BRASIL, 2017, p. 16).

Os ATLAS supracitados objetivam orientar e qualificar as ações aplicáveis de forma financeira e sustentável, destinando-se aos setores ligados aos recursos hídricos e de saneamento e à sociedade como um todo.

Um fator importante a ser considerado para fins de planejamento do bom uso dos recursos hídricos é a água tratada (potável) disponível versus a demanda populacional a qual esta deve atender. Através de ações planejadas com órgãos ligados à gestão de recursos hídricos (privado ou público) e sociedade civil, a ANA intenciona implementar ações em conformidade com as Resoluções do CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011 e assim alcançar um quadro que permita que os recursos hídricos sejam utilizados e reutilizados com responsabilidade.

Observando o cenário nacional em termos de esgotamento sanitário, segundo dados da ANA, dos 5.570 municípios um percentual de 43% destes possui esgoto coletado e tratado, significando que menos da metade dispõe deste serviço, 12% utilizam fossa séptica e outras formas e 45% não possuem esgotamento sanitário adequado. (BRASIL, 2017).

Em um levantamento por regiões geográficas brasileiras, da parcela da população que possui esgotamento sanitário adequado, o qual observa-se na Figura 4, abrange 65% na Região Sul, 63% na Centro-oeste, 58% na Sudeste, 48% na

Nordeste e 33% na Região Norte, para uma população urbana estimada em 169.780.605 habitantes (BRASIL, 2017). Taxas muito mais insatisfatórias nas regiões Nordeste e Norte em relação às demais regiões do país.

Figura 4 – População, por região, com esgotamento sanitário adequado.



Fonte: <<http://atlasegotos.ana.gov.br/img/card-3-back.png>>
Acesso em 01 marc. 2018.

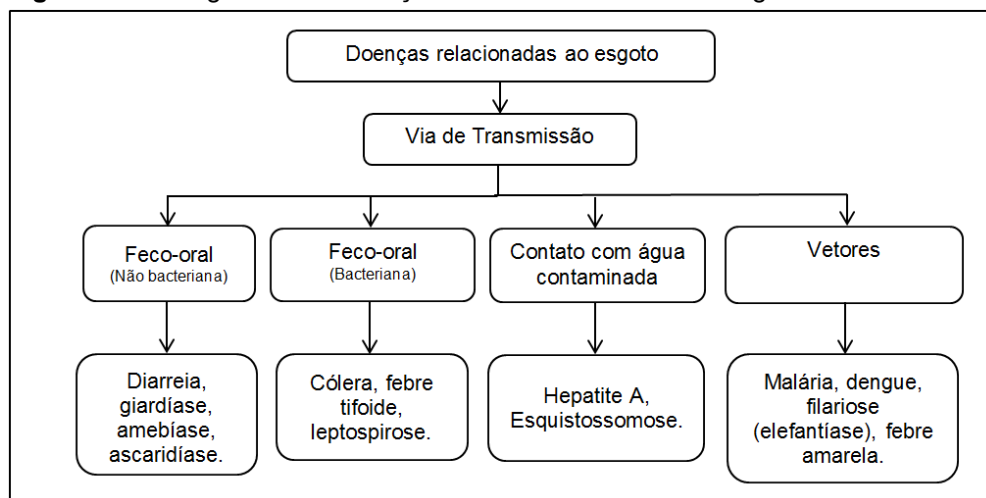
Diante de fatos cada vez mais progressivos, como a escassez de águas e recursos naturais, é impreterível a discussão de temas relacionados ao meio ambiente.

Mesmo o Brasil dispondo de um dos maiores potenciais hídricos do mundo, as diferenças sociais e econômicas levam a uma segregação dentro do próprio país e impedem principalmente aos habitantes menos favorecidos economicamente o acesso à saúde e conseqüentemente à educação de qualidade, tornando-se inquietante que sejam tomadas medidas em relação à gestão dos recursos hídricos no concernente a disposição e tratamento destes.

A ANA propõe ações e estratégias, mediante estudos e análises realizadas, com uma perspectiva de até o ano de 2035, ser investido gradualmente um valor estimado em R\$ 149,5 bilhões em obras de coleta e tratamento de esgotos, divididos em três grupos, visando a universalização do esgotamento sanitário, a proteção dos recursos hídricos e o seu uso sustentável. (BRASIL, 2017).

A falta de esgotamento sanitário adequado está associada a diversas doenças e algumas destas estão demonstradas na Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma das doenças relacionadas à falta de esgotamento sanitário



Fonte: Adaptado de CORNELLI, 2015.

O tratamento de esgoto normalmente ocorre em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e após um nível de qualidade aceitável, escoam-se as águas para o mar ou rio, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 357 de 2005 ou faz-se o reaproveitamento destas para fins não potáveis como irrigação, construções e etc.

Os métodos utilizados para tratamento podem englobar:

- ✓ Operações físicas – sedimentação, flotação, filtração, gradeamento.
- ✓ Processos químicos – precipitação, desinfecção e adsorção.
- ✓ Processos biológicos – nitrificação e a desnitrificação.

No Tratamento Preliminar, de ordem física, retiram-se sólidos corpulentos por meio do gradeamento (grades retentoras) e o efluente segue para as etapas de tratamento: Primário, Secundário e Terciário.

O Tratamento Primário ocorre em um decantador onde removem-se sólidos em suspensão ou flutuantes e os sólidos sedimentáveis se depositam lentamente no fundo do decantador formando o lodo primário bruto. A parte líquida segue do tanque de decantação para o tratamento posterior.

Na fase de Tratamento Secundário ocorre a decomposição da matéria orgânica dissolvida e em suspensão, através de reações bioquímicas realizadas por microrganismos a exemplo de bactérias, fungos, entre outros. Na Figura 6 está descrito sucintamente os tratamentos biológicos para esgotos mais utilizados, acompanhados de suas vantagens e desvantagens.

Figura 6 – Processos de tratamento secundário, mais frequentes.

PROCESSOS DE TRATAMENTO MAIS UTILIZADOS			
PROCESSO	UTILIZA	VANTAGENS	DESADVANTAGENS
Lagoas de Estabilização	Lagoas facultativas; lagoas aeradas facultativas; lagoas anaeróbias; lagoas de alta taxa; lagoas de maturação.	Removem matéria orgânica e microrganismos patogênicos satisfatoriamente.	Concentra águas indesejáveis; Pode torna-se potencial criador de mosquitos.
Sistemas de lodos ativados e variantes	Lodos ativados Convencional; reatores em bateladas sequenciais; lagoas aeradas com mistura completa; valos de oxidação.	Compactos e produzem efluente de boa qualidade;	Mais complexo para projetar, construir e operar; Maior consumo energético.
Sistemas anaeróbios	Tanques sépticos, tanques Imhoff; filtros anaeróbios; reatores UASB; reatores anaeróbios de leito expandido ou fluidificado.	Reduzem boa parte da carga orgânica sem necessidade de aeração. Economia energética.	Necessitam de etapa adicional de tratamento para reduzir a carga de sólidos e para oxigenação dos efluentes.
Sistemas aeróbios com leito fixo	Filtros biológicos; Biodiscos; biofiltros aerados.	Mais simples que os lodos ativados; Elevada remoção de DBO; Possibilita remoção de nitrogênio.	Elevados custos de implantação.

Fonte: Própria autora (2018).

Geralmente as estações de tratamento de esgoto existentes seguem somente até o tratamento secundário e os efluentes são lançados no receptor.

O Tratamento Terciário promove a remoção de compostos não biodegradáveis, tóxicos, patogênicos, metais pesados ou para complementação da retirada de poluentes residuais do tratamento secundário, por meio de processos físico-químicos, podendo ser usado a cloração, raios ultravioletas ou ozonização, seguindo-se para filtração.

As etapas de tratamento servem para adequar as águas provenientes da coleta de esgotos para o lançamento destes em qualidade apropriada ao padrão, conforme a legislação em vigência.

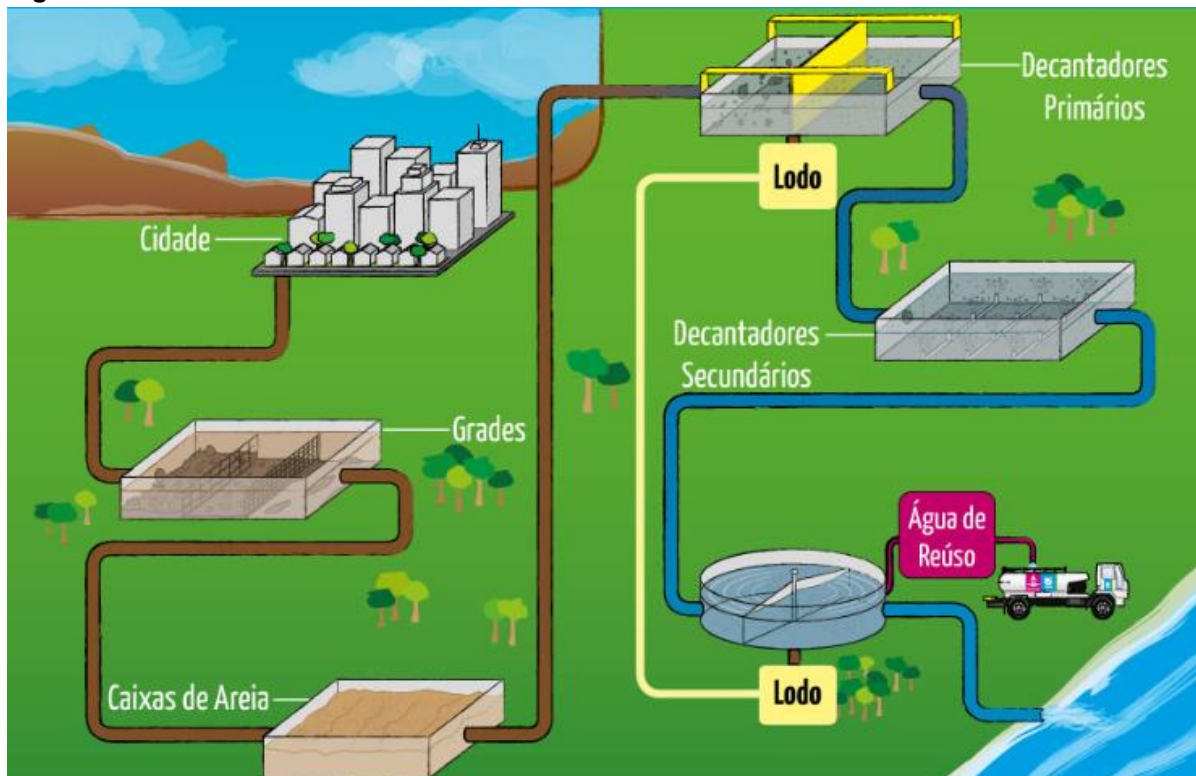
Na figura 7, observa-se a ilustração de uma Estação de Tratamento de Esgoto, descrita a seguir de forma sucinta.

A água distribuída na cidade e utilizada nas diversas atividades laborais, higiene e consumo, seguem para as redes coletoras de esgotos até chegar à ETE. O efluente passa pelo gradeamento para retirada de sólidos como plásticos, garrafas, madeiras, etc. Em seguida transporta-se o efluente para a caixa de areia ou desarenador (retirada de areia) e o gradeamento fino (retirada de papéis, papelões e tecidos), transferindo-a para os decantadores primários para sedimentação das partículas pesadas, transladando-se então para os decantadores secundários para decomposição da matéria orgânica, originando-se o lodo (sólidos mais densos).

Na etapa final do processo de tratamento ocorre a desinfecção para decomposição de compostos tóxicos, patogênicos ou aqueles não biodegradados na fase anterior, por meio do uso de cloração, ozonização ou radiação ultravioleta.

Após o processo de tratamento do efluente, este pode ser lançada em rios ou destinada para reuso na efetuação de limpeza de praças, irrigação ou utilizada na construção civil, dentre outras aplicabilidades de água não potável.

Figura 7 - Como funciona uma ETE.



Fonte: <<http://insidevip.com.br/doc/uploads/19f972b7a185ab1259d682972dd32288.png>>. Acesso em: 09 mar 2018.

2.2 Estudo de caso

Conforme Sá (2010), o método de estudo de caso é uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) do inglês *Problem Based Learning (PBL)*, com origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário - Canadá, no fim dos anos 60 e difundiu-se em Faculdades de Medicina. Sá, Francisco e Queiroz (2007) salientam que enquanto o objetivo principal do ABP é a aprendizagem da matéria científica, os casos objetivam instruir habilidades para assumir decisões profissionais.

O Dr. em Zoologia e Entomologia Clyde F. Herreid, é diretor do *National Center For Case Study Teaching In Science* (Centro Nacional Para Estudo de Caso no Ensino de Ciências) da Universidade de Búfalo nos Estados Unidos, o qual trabalha a mais de 25 anos com o Método de Estudo de Caso. Professor de Ciências Biológicas, Herreid já recebeu mais de US\$ 2 milhões em doações do Departamento de Educação dos EUA, Pew Charitable Trusts e da National Science Foundation para promover o desenvolvimento e disseminação do ensino baseado em casos de ciência nos EUA e no exterior.

No site do *National Center For Case Study Teaching In Science*, é possível submeter e ter a acesso a vários tipos de Estudo de Caso. Há um guia com a descrição de cada tipo de caso que pode ser trabalhado no ensino e suas peculiaridades estruturais, podendo ser designados como: Caso de Análise, Dilema/Caso de Decisão, Caso Dirigido, Caso Interrompido, Caso Invertido, Caso de Laboratório, Caso Provedor, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Discussão, Debate, Debate Íntimo, Audiência Pública, Tentativas, Gabarito Serrado e Encenação.

No Brasil a professora Salete Linhares Queiroz, doutora em Química e dois pós-doutorados em Educação, coordena o Grupo de Pesquisa em Ensino de Química no Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo, no qual emprega o Estudo de Caso como metodologia de ensino em suas diversas turmas de ensino superior. Queiroz há bastante tempo tem pesquisado e estudado sobre o potencial dessa Metodologia no ensino de ciências e adota em suas turmas os casos do tipo ABP.

Em 2016 Queiroz lançou um livro intitulado Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais, com uma coletânea de dez casos elaborados por professores atuantes principalmente na rede pública de ensino de São Paulo, sob sua supervisão e acompanhamento. Nesta obra, os casos vêm acompanhados de informações sobre os conteúdos relacionados ao ensino de ciência da educação básica que podem ser abordado para cada caso disponibilizado.

Essa metodologia propicia ao discente o raciocínio dirigido, o senso criterioso de escolha e a base para um debate entre os educandos e como ressalta Mori (2016), coloca o professor como um produtor e não um mero reproduzidor de materiais didáticos, valorizando o trabalho docente.

Para Dooley (2002), a vantagem do método de estudo de caso está relacionada à aplicabilidade em diversos contextos, bem como às situações que possam ser extraídas ou inseridas na realidade, apontando que:

Investigadores de várias disciplinas usam o método de investigação do estudo de caso para desenvolver teoria, para produzir nova teoria, para contestar ou desafiar teoria, para explicar uma situação, para estabelecer uma base de aplicação de soluções para situações, para explorar, ou para descrever um objeto ou fenômeno. (DOOLEY, 2002, p. 343-344).

Como a Química Ambiental tende a despertar nos discentes a consciência do uso adequado dos recursos naturais, o emprego do método de estudo de caso visa alicerçar estudos que podem ser mais aprofundados dentro ou em graus acima do ensino médio. Para Ferreira, Silva e Sales, o:

Estudo de Caso serve para alcançar resultados relevantes diante da situação observada, na busca de fatores que possam influenciar no melhor procedimento a ser seguido para resolução do caso analisado, pois há a possibilidade de se ponderar as hipóteses que melhor se adequa ao caso estudado. (FERREIRA; SILVA; SALES, 2016, p. 2).

Possibilitando assim o debate pela defesa da resolução mais aceitável dentro do caso analisado.

Segundo Herreid (1998 apud SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007), há algumas variedades estratégicas utilizadas para aplicação do método de Estudo de Caso, que o professor pode explorar no ensino de ciências, tais como: tarefa

individual, onde aluno deve solucionar o caso através da elaboração de uma explicação sobre o que conduziu à sua resolução; aula expositiva por uma história narrada pelo professor, de forma elaborada e objetivos específicos, podendo associar diálogos e debates; discussão a qual o professor apresenta o caso como um dilema, os alunos são questionados a respeito das suas perspectivas e sugestões com relação à resolução do mesmo; e por fim, atividades em pequenos grupos através de histórias relacionadas ao contexto social e/ou profissional as quais os alunos estão submetidos e devem ser solucionadas visando a colaboração, a discussão grupal com o debate das resoluções pela mediação do professor.

Ferreira, Silva e Sales (2016, p. 4) afirmam que “através do método do Estudo de Caso, é possível levantar conjeturas que resultem na contribuição para o alívio ou resolução de um dado problema, pois este possibilita exercitar o olhar crítico e reflexivo diante de uma dificuldade real”, pois o apontamento das soluções realiza-se em forma de hipóteses e não de uma decisão final, o qual os discentes podem argumentar em favor da resolução mais condizente.

Ventura (2007) aponta sobre a crescente importância do uso de estudo de caso, por serem usados de diferentes modos, com abordagens quantitativas e qualitativas na prática educacional como modalidade investigativa, além da aplicação em distintos campos do conhecimento, sobretudo na Medicina, Psicologia e outras áreas da saúde, nas áreas tecnológicas, humanas e sociais, dentre outras.

3. METODOLOGIA

O presente estudo foi aplicado em uma turma de ensino superior da Universidade Federal de Campina Grande, campus Cajazeiras, aos alunos que cursam a disciplina Química Analítica Quantitativa oferecida no sexto semestre letivo do Curso de Licenciatura em Química e já haviam cursado disciplinas ligadas a Química ambiental, dos quais 11 discentes participaram. A metodologia se desenvolveu nas seguintes etapas:

Primeiramente, os discentes responderam ao questionário 1, contendo 6 (seis) questões para verificar o conhecimento prévio em relação a compreensão à respeito do tratamento de águas residuais (Apêndice A);

Após o questionário, foi apresentada uma palestra demonstrando o quadro da situação atual em relação a tratamento de esgotos, a disposição da água no planeta, Brasil e suas regiões geográficas, a situação dos reservatórios de água do estado da Paraíba e do município de Cajazeiras, a legislação que rege o tratamento e descartes de efluentes, a gestão e prestação de serviços por autarquias e medidas que veem sendo adotadas para melhoria do quadro situacional do tratamento de águas residuais, além da apresentação dos tipos de tratamentos mais adotados para os efluentes, com os procedimentos empregados, vantagens e desvantagens;

Fazendo uma breve apresentação do que se trata, onde, como e porque é empregado o Estudo de Caso, foi proposto como atividade prática o caso (Apêndice C) intitulado “Trazendo a Água da Lama à Nobreza”, o qual envolve uma problemática devido ao descuido com o meio ambiente e problemas de saúde devido a águas residuais;

Após a leitura em voz alta, frisaram-se os pontos chaves do caso, quando os participantes deste estudo são desafiados a apontar uma solução coerente ao caso apresentado e explorar os meios de tratamento de efluentes mais adequados para serem empregados, com a divisão da turma em grupos de trabalho identificados nesta pesquisa como grupo A, B e C;

Para melhor entendimento e desenvolvimento, a turma recebeu explicações da atividade, além da entrega de um referencial teórico impresso, o qual serviu de embasamento, também ficando livre a consulta à internet para ampliar a pesquisa;

Para comparar as soluções encontradas, foi solicitada à turma a produção de um breve relato (contendo contextualização, objetivo, metodologia e resultados esperados) para argumentar em favor das propostas escolhidas para resolução do caso e posteriormente a isto, uma breve apresentação dos resultados de cada grupo para discutir as propostas;

Após o término da produção, cada grupo fez uma breve apresentação debatendo os pontos a serem atingidos com a conjecturação das possíveis soluções encontradas.

Ao final das atividades, aplicou-se o questionário 2 para averiguar se houve modificações no entendimento de cada aluno a respeito do tratamento de águas residuais (Apêndice B), o qual continha os mesmos questionamentos que o questionário 1 (Apêndice A), acrescido de uma questão para opinar sobre a metodologia empregada.

O tratamento dos dados coletados nos questionários 1 e 2, respectivamente, para verificar o conhecimento prévio em relação a compreensão a respeito do tratamento de águas residuais e se houve modificações no entendimento do mesmo, foram quantificados e exibidos em gráficos, para serem discutidos fazendo-se a comparação nas perguntas coincidentes.

Trata-se de uma pesquisa exploratória de natureza básica e bibliográfica por se desenvolver a partir do conhecimento teórico de outros autores e tipos de fontes, quanti-qualitativa por analisar quantitativamente e qualitativamente os dados coletados.

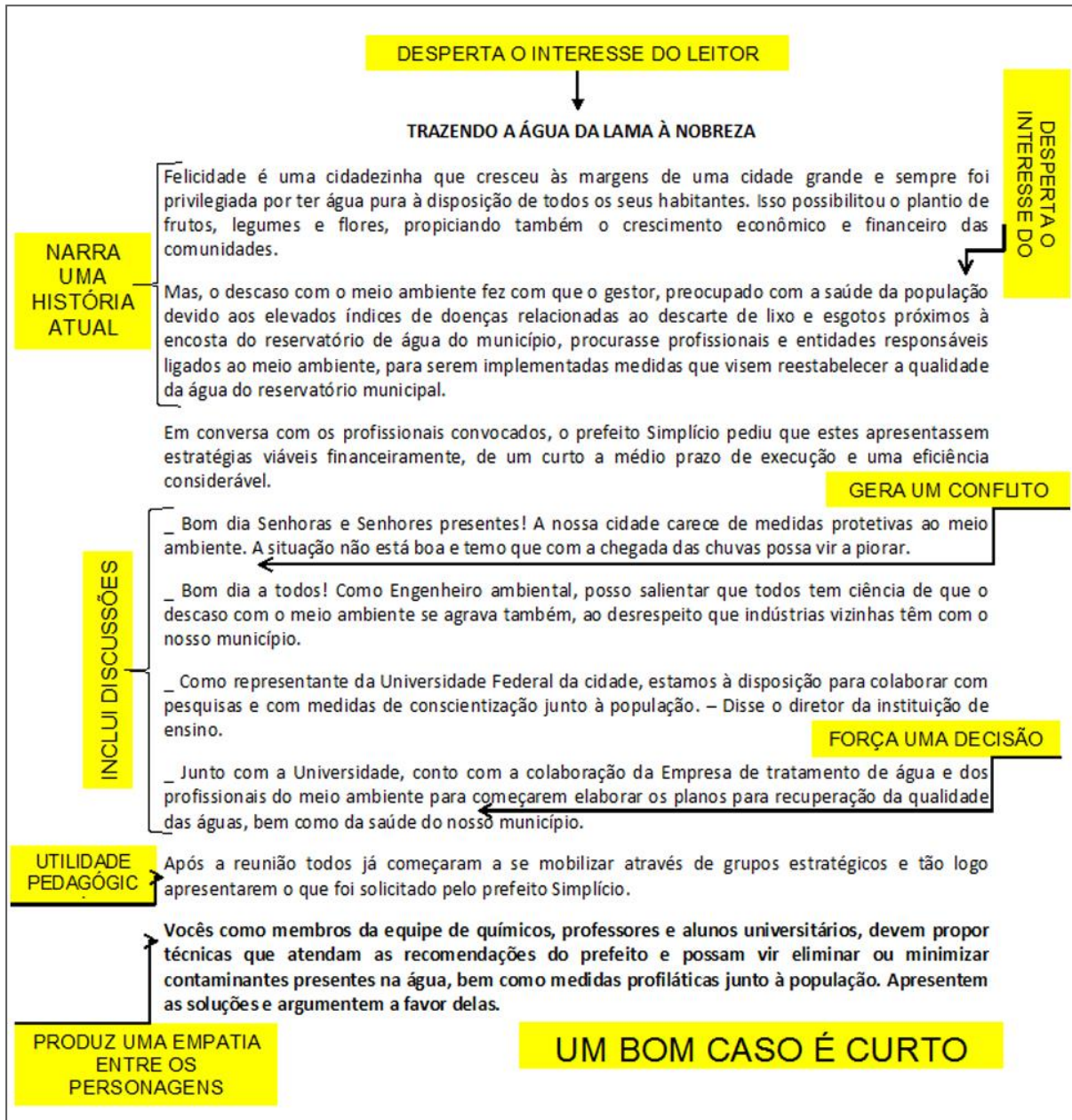
Ao delimitar o presente tema através do método Estudo de Caso, propôs-se a intercomunicação do ensino de Química Ambiental com um contexto da realidade atual, explorando-se habilidades de pesquisa e o trabalho coletivo.

O Estudo de caso atualmente é considerado como o perfil mais adequado para a investigação de fenômenos contemporâneos num contexto real, em que os limites têm uma percepção tênue entre o fenômeno e o contexto. (YIN, 2001 apud GIL, 2002).

A literatura dispõe de vários casos para serem trabalhados diversos temas e assuntos teóricos em sala de aula, mas para este trabalho optou-se pela produção de um caso para melhor atender o tema proposto e assim os alunos poderem se inserir como solucionadores do caso em questão.

A Figura 8 ressalta, no caso utilizado na presente pesquisa, as características a serem contempladas para um bom caso, para melhor assimilação e desenvolvimento de um tema em sala de aula.

Figura 8 – Estruturação de um caso.



Fonte: Própria autora (2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tratamento da coleta de dados dos questionários aplicados

Na Figura 9, ao serem questionados sobre qual o destino a considerar correto para os esgotos sanitários, 58% dos alunos responderam que seria tratar e reutilizar e os outros 42% responderam ser correto que além de tratar para despejar em rios/mares também pode ser feita a reutilização.

Figura 9 – Questionário 1: Destinação da coleta de esgotos.



Fonte: Própria autora (2018).

Conforme apresenta a Figura 10, após o procedimento metodológico, um percentual de 42%, ou seja, a maioria ainda considerou ser correto tratar antes do descarte em rios/mares, podendo também reutilizar, 33% respondeu ser correto tratar e despejar em rios ou mares e 25% respondeu tratar e reutilizar.

Figura 10 - Questionário 2:Destinação da coleta de esgotos.



Fonte: Própria autora (2018).

Mesmo não tendo uma mudança discrepante na opinião ao final da aplicação, pode-se salientar que a maioria considera ser mais correto que além do tratamento antes do descarte em águas de rios ou mares, a água tratada também possa ser reutilizada. Com planejamento e investimentos adequados, a reutilização dos efluentes tratados é a melhor alternativa que pode ser empregada.

Na Figura 11 percebe-se que ao serem questionados inicialmente sobre o conhecimento de alguma técnica de tratamento de esgoto, apenas 18% dos entrevistados respondeu conhecer e a maioria, ou seja, 82% afirmou não conhecer.

Após a aplicação metodológica ao ser feito o mesmo questionamento todos os alunos, ou seja, 100% afirmam conhecer algum tipo de tratamento de esgoto.

Figura 11 - Questionário 1: Sobre técnica de tratamento de esgoto.



Fonte: Própria autora (2018).

Na Figura 12, ao serem solicitados a citar tipos de tratamentos empregados em esgotos, observa-se que apenas os mesmos 18% que responderam a questão 2 citou algo dando como resposta a eletrofloculação.

Figura 12 - Questionário 1:Citar tipos de tratamento de



Fonte: Própria autora (2018).

Após a metodologia aplicada todos os participantes citaram algum tipo dos tratamentos mais usuais que foram expostos na palestra como, por exemplo: lagoa de estabilização, lodos ativados, biofiltros, tratamentos aeróbios e anaeróbios. Isto configura que os discentes conseguiram captar durante o procedimento metodológico informações sobre os tipos de tratamentos empregados para tratamento de águas de esgotos.

No quarto questionamento os discentes teriam que responder se sabiam diferenciar completamente, parcialmente ou não sabiam fazer a diferenciação entre os tratamentos de esgotos do tipo primário, secundário e terciário.

Conforme demonstrado na Figura 13, 73% dos discentes afirmaram não saber e 27% respondeu saber parcialmente fazer a diferenciação entre os níveis de tratamento de esgotos.

Figura 13 - Questionário 1: Sobre diferenciação dos tratamentos.

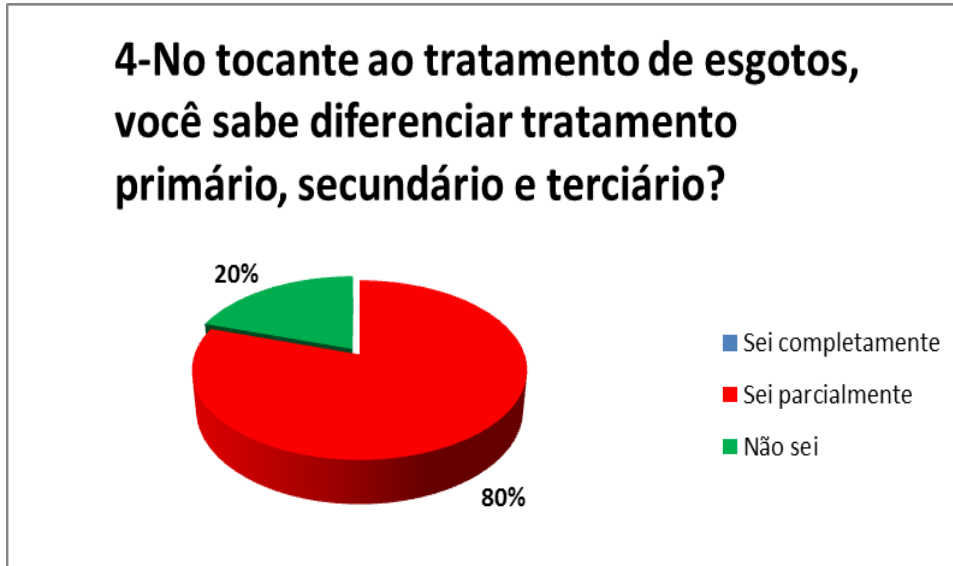


Fonte: Própria autora (2018).

Já na Figura 14, após a metodologia aplicada, observa-se que 80% respondeu saber diferenciar parcialmente os tipos de tratamentos e apenas 20% ainda não sabem diferenciar os tipos ou níveis de tratamento de esgoto. Visto que os participantes da pesquisa conheciam pouco sobre os tipos ou níveis de tratamentos empregados em efluentes antes da palestra, pode-se observar que houve uma promoção do conhecimento para alguns dos entrevistados, visto que o percentual passou de 27% para 80%. Contudo, há uma necessidade do aprofundamento do estudo para que os discentes possam afirmar com mais

propriedades sobre as características que envolvem cada tipo ou nível de tratamento utilizado nos efluentes.

Figura 14 - Questionário 2: Sobre diferenciação dos tratamentos.



Fonte: Própria autora (2018).

Apresentaram-se três tipos de águas residuais as quais os discentes teriam que correlacionar a um tipo de tratamento a ser empregado.

Para as três relações apresentadas, em uma matemática simples tinha-se a possibilidade de obter como respostas: 3 acertos, 1 acerto ou 0 acerto. A relação apresentada de forma correta é a seguinte:

Reservatório com água eutrofizada → Tratamento aeróbio

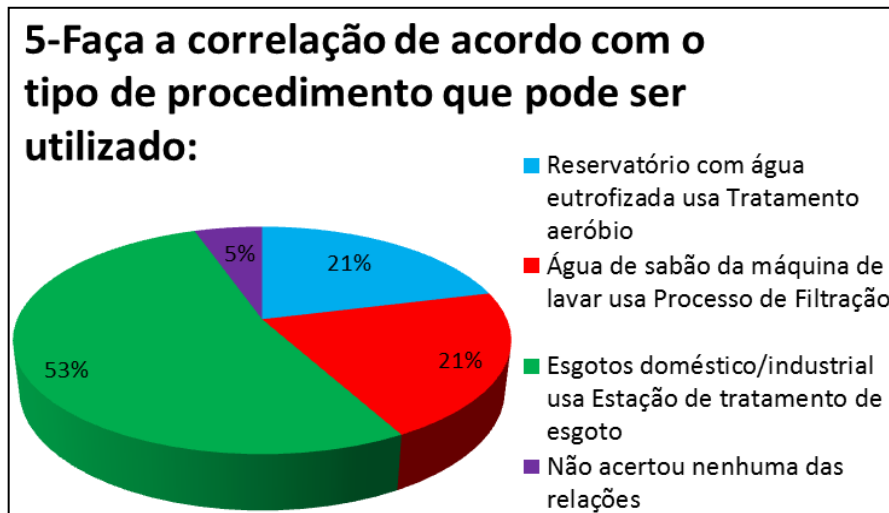
Água de sabão da máquina de lavar → Processo de Filtração

Esgotos doméstico/industrial → Estação de tratamento de esgoto

Na Figura 15, 53% dos discentes correlacionaram o tratamento usado em esgotos doméstico/industrial com a Estação de Tratamento de Esgoto, 21% ligou a água eutrofizada ao tratamento aeróbio e 21% escolheu processo de filtração para a água de sabão da máquina de lavar. Apenas 5% dos discentes não acertou nenhuma das relações apresentadas.

Pode-se observar nas respostas dos discentes um percentual maior de acertos quanto ao tratamento utilizado nos efluentes domésticos e industriais, inferindo-se assim que a maioria dos participantes do estudo possuía um conhecimento prévio sobre o tratamento adequado a ser empregado neste tipo de água residual que é objeto tema da pesquisa aqui apresentada.

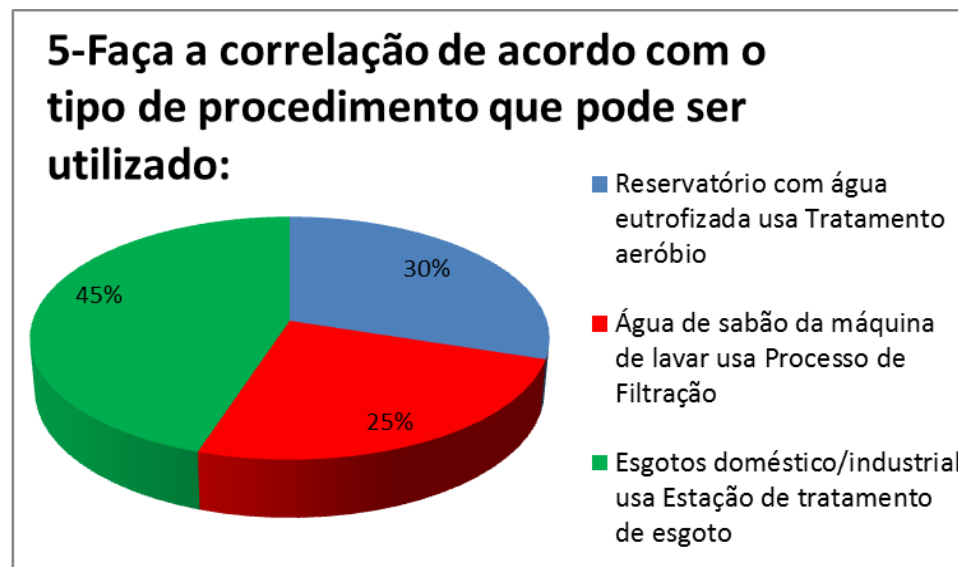
Figura 15 - Questionário 1: Correlação efluente X tratamento.



Fonte: Própria autora (2018).

Na Figura 16, após a metodologia aplicada 45% correlacionou o tratamento de esgotos doméstico/industrial a uma Estação de Tratamento de Esgoto, 30% relaciona a água eutrofizada ao tratamento aeróbio e 25% correlacionou certo que o processo de filtração é o que se emprega na água de sabão da máquina de lavar.

Figura 16 - Questionário 2: Correlação efluente X tratamento.



Fonte: Própria autora (2018).

Tanto no questionário prévio, quanto no posterior às atividades metodológicas aplicadas, a maioria dos alunos respondeu corretamente que os

Esgotos doméstico/industrial devem receber o tratamento na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

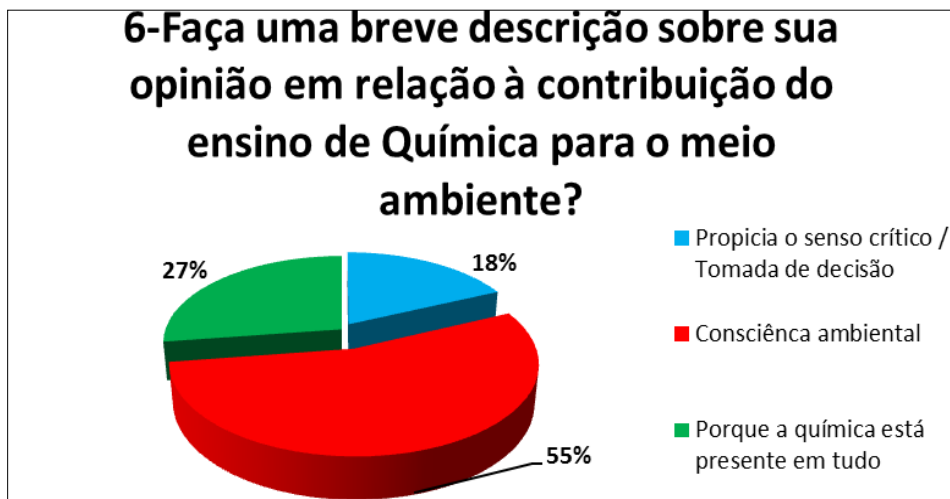
Através das respostas, pode-se observar que há uma confusão para adotar o tratamento da água de sabão da máquina de lavar e da água eutrofizada que é aquela que possui uma grande concentração de nutrientes, essencialmente o nitrogênio e fósforo. Para essa primeira, um processo de filtração, não precisando ser de alto custo, pode torná-la propícia à reutilização para fins não potáveis, já na água eutrofizada devido a sua baixa concentração de oxigênio, precisa-se de um tratamento do tipo aeróbio.

A eutrofização dos corpos de água é um processo de poluição que pode ocorrer de forma natural através da sedimentação em reservatórios de água, sendo este tipo um processo lento ou também pode ocorrer de forma artificial por meio de efluentes urbanos e industriais, a fertilização agrícola e a sedimentação de poluentes provenientes de resíduos sólidos.

Ainda em relação às respostas obtidas, nota-se também que mesmo a eutrofização sendo algo recorrente em reservatórios de água no sertão, como cacimbões, açudes assoreados, entre outros, há pouco entendimento científico sobre o assunto bem como as possíveis formas de tratamentos para a devida recuperação de um reservatório eutrofizado.

Na Figura 17, com relação à contribuição do Ensino de Química para o meio ambiente, 55% ressaltam a importância para a consciência ambiental, 27% considera relevante devido ao fato da química está presente em tudo que existe e 18% disseram ser propícia ao senso crítico e a tomada de decisões frente aos problemas ambientais.

Figura 17 - Questionário 1: Contribuição do ensino de Química.



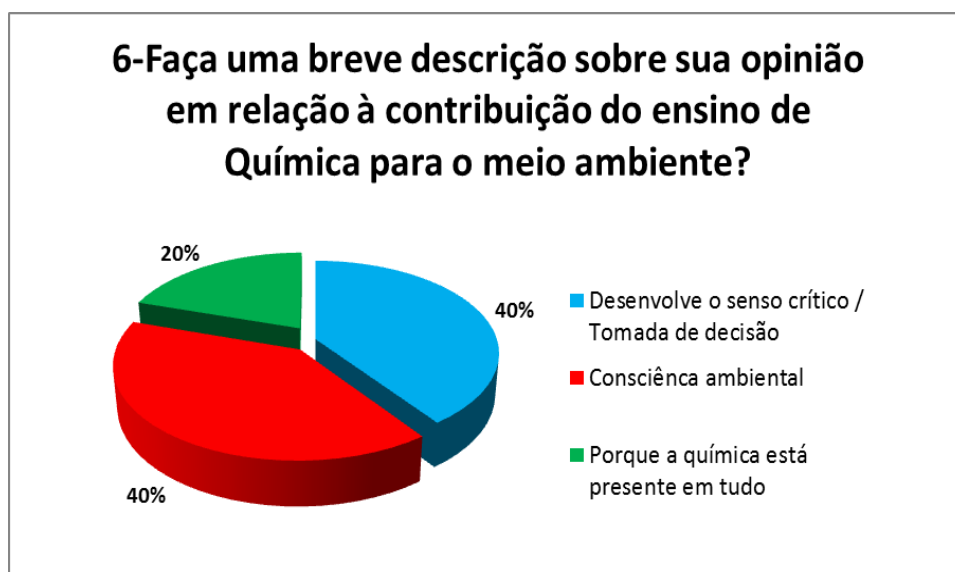
Fonte: Própria autora (2018).

Na Figura 18 observa-se a opinião de cada entrevistado após a metodologia aplicada, o qual 40% destes salientaram a consciência ambiental, 40% acredita auxiliar no desenvolvimento do senso crítico e tomada de decisões mediante às situações ligadas ao meio ambiente e conseqüentemente a tomada de decisões e 20% respondeu ser devido à química está presente em tudo que existe.

Em suma, os discentes entrevistados consideram que o ensino de Química voltado para o meio ambiente, frente aos problemas ou conflitos que o envolvem, contribui com consciência ambiental, propicia e desenvolve o senso crítico, direcionando-o na tomada de decisões. Como a química está associada a tudo, podendo assim inferir ser esta uma ciência fundamental para compreensão de processos ocorridos na natureza, ou seja, do meio ambiente.

Pelas respostas, os licenciandos de química que participaram da pesquisa, possuem concepções positivas em relação à contribuição da química com o meio ambiente.

Figura 18 - Questionário 2: Contribuição do ensino de Química.

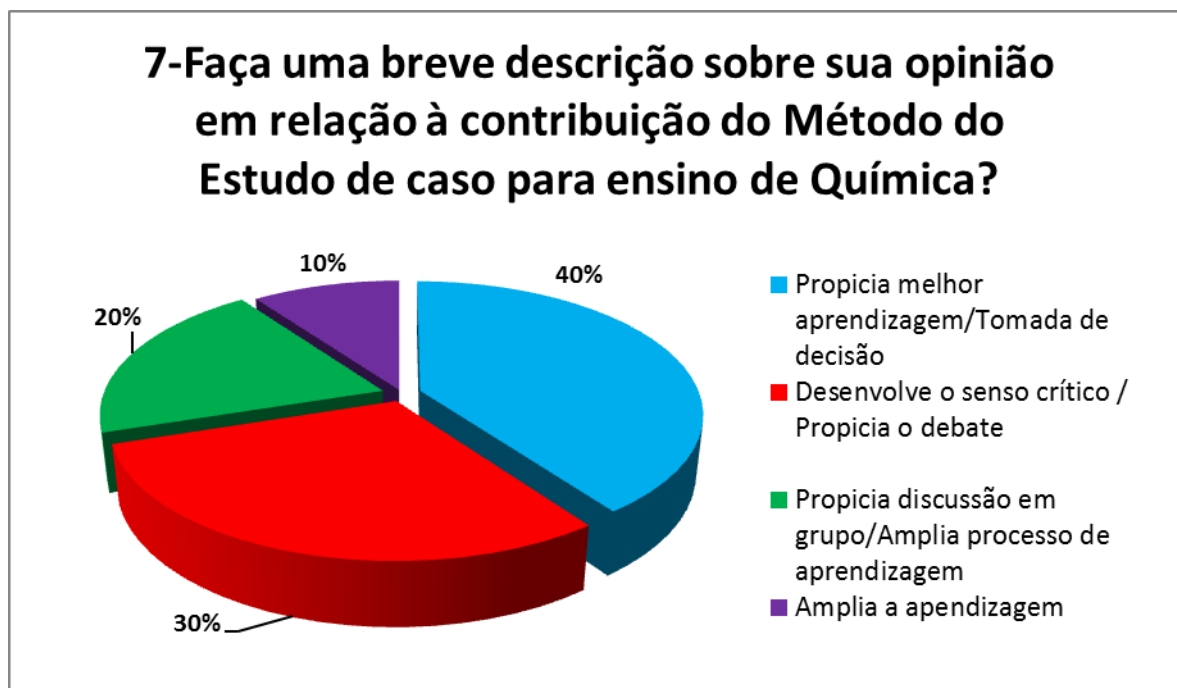


Fonte: Própria autora (2018).

Por fim, na Figura 19, após a aplicação dos procedimentos metodológicos os participantes responderam sobre a contribuição do método de Estudo de Caso para o ensino de Química.

40% dos questionados declararam que o método propicia uma melhor aprendizagem e a tomada de decisões ou busca por soluções viáveis em situações realistas, 30% afirmaram auxiliar no desenvolvimento do senso crítico e propiciar o debate sobre assuntos relevantes e presentes no cotidiano, 20% respondeu ser o método propício à discussão em grupo na sala de aula, ampliando o processo de aprendizagem e 10% dos discentes afirmaram que este promove a ampliação da aprendizagem.

Figura 19 - Questionário 2: Contribuição do método de estudo de caso.



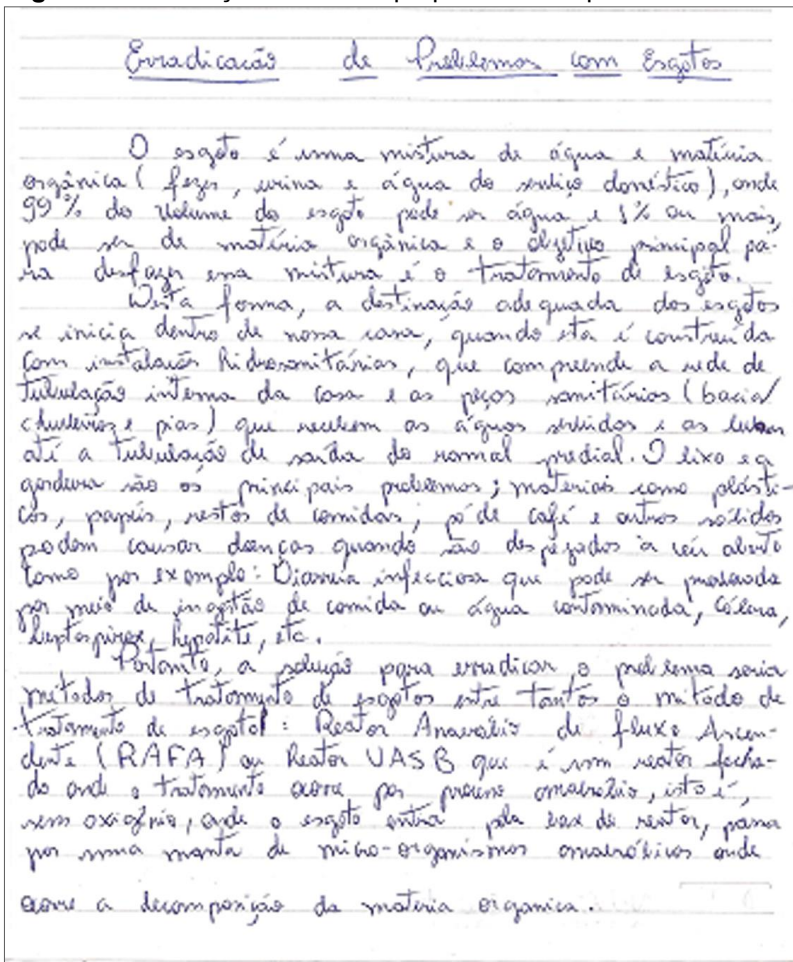
Fonte: Própria autora (2018).

Diante das declarações colhidas, pode-se então considerar uma aceitação positiva do método aplicado por parte dos participantes deste estudo e a relevância da sua contribuição para o ensino e aprendizagem.

4.2 Análise da produção textual em proposta ao caso aplicado

Na Figura 20, o grupo A apresentou como proposta de solução o emprego do tratamento de esgoto com o Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA) ou Reator UASB (do inglês *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), onde o esgoto é tratado por micro-organismos anaeróbios para decomposição da matéria orgânica e por este não ocupar uma grande área para funcionamento. O grupo também ressaltou a importância dos cuidados com a produção de resíduos a partir da construção das habitações e correto descarte do lixo doméstico.

Figura 20 - Produção textual da proposta do Grupo A



Fonte: Própria autora (2018).

Analisando a proposta escrita, para melhor argumentação da escolha do método utilizado, faltou a explicitação das vantagens e desvantagens social, ambiental e econômica, pois como o caso propunha um investimento a ser

implementado num curto a médio prazo visando também a viabilidade econômica para os fins pretendidos.

Na Figura 21, o grupo B, frisando que o caso pede uma solução aplicável em prazo razoável, este propôs que em curto prazo seja criada de uma Lagoa de estabilização e em médio prazo a construção de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Ainda argumentou sobre a organização da população visando à conscientização do correto descarte de lixo, mobilizando também o poder público.

Figura 21 - Produção textual da proposta do Grupo B

O DESCARTE INADEQUADO DO LIXO OCASIONA DIVERSOS PROBLEMAS SOCIAIS, ECONÔMICOS E PRINCIPALMENTE AMBIENTAIS. COMO POR EXEMPLO A CONTAMINAÇÃO DE MANANCIAIS E RIBANCOIS PERICULOSOS. NESTE SENTIDO O MUNICÍPIO DE FELICIDADE VEM SOFRENDO COM EFEITOS DE PROBLEMAS, PORÉM O CUIDADO NÃO É ADEQUADO COM OS RESÍDUOS PRODUZIDOS PELA CIDADE, POIS OS OUTROS MUNICÍPIOS QUE FAZEM DIVISÃO TERRITORIAL PODEM CONTAMINAR AS ÁGUAS DA COSTA.

DIANTE ISSO, SURTE A NECESSIDADE DE PROMOVER AÇÕES QUE MINIMIZEM OU SOLUCIONEM TAL PROBLEMA, É PRECISO FAZER O DEBATE TANTO NA CIDADE DE FELICIDADE COMO TAMBÉM NOS MUNICÍPIOS VIZINHOS, E NESTA FORMA COMEÇAR O MODO DE DESECARTE DO LIXO E O DESTINO FINAL DOS ESGOTOS, E COM ISSO PROPOR PARCERIA, A FIM DE ENXER ESTRATÉGIAS QUE VENHAM CONTRIBUIR PARA SOLUCIONAR O PROBLEMA. A CURTO PRAZO PARA AMENIZAR O PROBLEMA, A CRIAÇÃO DE UMA LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO SE APRESENTA COMO UMA FORMA VIÁVEL, E PARA MÉDIO PRAZO A CONSTRUÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA, E DE UMA ETE QUE TRATA O ESGOTO DOMÉSTICO. POR FIM É PRECISO MOBILIZAR A POPULAÇÃO SOBRE A FORMA CORRETA DE DESECARTE DO LIXO.

NO ENTANTO NÃO BASTA TER APENAS UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTOS SE FAZ NECESSÁRIO, QUE HAJA A CONSCIENTIZAÇÃO POR PARTE DA POPULAÇÃO E UMA MOBILIZAÇÃO ENTRE PODER PÚBLICO E A SOCIEDADE.

Fonte: Própria autora (2018).

Apesar de o grupo evidenciar os prazos, este também não descreveu as vantagens e desvantagens na ótica social, ambiental e econômica da proposta apontada.

Na Figura 22, o grupo C propôs que primeiro seja feito um estudo de campo de um local adequado para a criação de um lixão, o qual a população possa fazer o descarte do lixo e este não contamine o lençol freático; A construção adequada de instalações hidrossanitárias nas residências; Tratar a água através de Lagoa de estabilização, por esta decompor a matéria orgânica satisfatoriamente e realizar uma campanha para conscientização da população sobre o descarte correto do lixo, a reutilização da água e a economia desta.

Figura 22 - Produção textual da proposta do Grupo C

SOLUÇÕES PARA OS PROBLEMAS DA CIDADE FELICIDADE

A presente proposta busca indicar soluções para o descarte do lixo e esgoto próximo do manancial da cidade Felicidade.

Aprincípio fazer um estudo de campo e procurar um local adequado, o qual não afete nenhum lençol freático para criação de um lixão onde a população possa fazer o descarte do lixo sem contaminar os lençóis freáticos.

Em seguida fazer a destinação adequada dos esgotos, construindo instalações hidrossanitárias, que compreenda a rede de tubulação interna das casas e as peças sanitárias (bacia, chuveiro e pia) que recebem as águas residuais, e as levam a tubulação de saída do ramal predial.

Fazer o tratamento da água contaminada do rio com a criação de uma rede de tratamentos, utilizando para isso o processo de LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO, removendo a matéria orgânica e microorganismos patogênicos satisfatoriamente.

E por fim fazer uma campanha para a conscientização da população sobre o descarte correto do lixo, a reutilização da água e consequentemente a economia da mesma.

Fonte: Própria autora (2018).

O grupo C apresentou uma série de ações para minimizar o problema da cidade, mas não apresentou as vantagens e desvantagens visando o lado social, o ambiental e econômico da proposta apresentada. A proposta da criação de um lixão é inviável por este ser proibido por lei e o que é aceito atualmente são os aterros

sanitários construídos com mantas impermeabilizantes do solo, controle do chorume e a queima do metano produzido a partir da decomposição da matéria orgânica.

Na discussão das propostas apresentadas pelos três grupos, evidenciam-se a preocupação em todas as propostas apresentadas, com o descarte correto do lixo produzido a partir das residências como alternativa para reduzir a poluição por resíduos e contaminação do lençol freático.

Mesmo não se explicitando no texto os argumentos das vantagens e desvantagens das escolhas, pronunciaram-se esses pontos durante o debate realizado com os grupos.

Percebeu-se o aproveitamento da aplicação da atividade mediante as produções textuais, embora se necessite o aprimoramento na clareza das ideias pela escrita, é perceptível o quanto o método utilizado foi útil para discussão e compreensão do tema trabalhado.

A metodologia pode ser proveitosamente empregada dentro do ensino de Química ambiental para tratar temas que envolvam assuntos do cotidiano e promover relevantes discussões.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em consideração as limitações existentes como o tempo, pôde-se averiguar o grau de conhecimento que os alunos detinham antes das atividades e o que pôde ser por eles captado após a exposição do assunto e metodologia aplicada.

Salienta-se que o trabalho realizado não buscou tornar os participantes especialistas no assunto estudado, mas possibilitar através dele a demonstração da utilidade pedagógica do Estudo de Caso para explorar temas com um maior aprofundamento das pesquisas, considerando-se o tempo disponível para tal realização.

Verificou-se na utilização do método de estudo de caso a possibilidade de explorar os tipos de tratamento de esgoto, além da demonstração do discente em habilidades como argumentação, senso crítico, reflexões de cidadania, trabalho colaborativo, além de praticar a pesquisa, a produção textual do saber científico, constando-se a contribuição da metodologia para uma formação acadêmico-científica.

Com a elucidação das leis de que o ensino se inove e se renove a cada dia e que este ultrapasse a sala de aula, o método de Estudo de Caso propõe-se como uma importante ferramenta para a formação docente, acreditando ter a universidade pública o papel de retribuir a sociedade por intermédio de contribuições capazes de fomentar a carência do saber, para assim provocar mudanças significativas na trajetória individual ou coletiva dos cidadãos.

É relevante salientar que o emprego do método de Estudo de Caso melhor se aplica quando acompanha o assunto desde a introdução, para assim ter uma produção de resultados significativos em relação ao ensino e aprendizagem, o número de aulas para a aplicação do método e o maior número de discussões possíveis, culminando com a tomada de uma decisão para resolver uma problemática apontada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas** / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. -- Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf> Acesso em: 27 fev. 2018.

_____. Agência Nacional de Águas. **Outorga de direito de uso de recursos**. In: Cadernos de capacitação em recursos hídricos. v. 6, -- Brasília: SAG 2011. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/OutorgaDeDireitoDeUsoDeRecursosHidricos.pdf>> Acesso em: 27 fev. 2018.

_____. Agência Nacional de Águas. **Fatos e tendências**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf>. Acesso em: 01 mar 2018.

_____. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 22 out. 2017.

_____. **Resolução CONAMA 430, de 13 de maio de 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. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>> Acesso em: 22 out. 2017.

_____. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 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. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Acesso em: 22 out. 2017.

_____. **Lei Federal nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996. Disponível em: <

http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf > Acesso em: 27 fev. 2018.

_____. **Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm> Acesso em: 23 fev. 2018.

_____. **Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978 e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/553661.pdf>> Acesso em: 23 fev. 2018.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Vol. 2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2000.

DOOLEY, Larry. M. **Case Study Research and Theory Building.** Vol. 4. Advances in Developing Human Resources, (4), p. 335-354, 2002.

FERREIRA, Maricélia Lucena; SILVA, Egle Katarinne de Sousa; SALES, Luciano Leal de Moraes. Contextualizando o Ensino de Química Ambiental Estudo de Caso Sobre A Escassez De Água. In: Congresso Internacional de Tecnologia na Educação: Educação e Tecnologia na Era do Conhecimento. 14, 2016. Olinda. **Anais...** Olinda: Fecomércio / Sesc / Senac Pernambuco, 2016. 12 p.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

NATIONAL CENTER FOR CASE STUDY TEACHING IN SCIENCE. **Sobre Coleção de Casos.** Disponível em: <<http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/collection/about.asp>> Acesso em: 05 out. 2017.

MORI, Rafael Cava. Prefácio. In: QUEIROZ, S. L. (org.); CABRAL, P. F. D. O. (org.). **Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais.** São Paulo: Art Point Gráfica e Editora, 2016. 116 p.

ROSA, Maria Inês Petrucci; TOSTA, Andréa Helena. O lugar da química na escola: movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 11, n. 2, p. 253-262, ago. 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132005000200008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 05 mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132005000200008>.

COPYRIGHT INSIDE VIP. Inside Vip. **Obras da Estação de Tratamento de Esgoto**, 2018. Disponível em: <<http://insidevip.com.br/doc/uploads/19f972b7a185ab1259d682972dd32288.png>>. Acesso em: 09 mar 2018.

CORNELLI, Renata et al. MÉTODOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 16, n. 2, p. 20-36, 2015. <<http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/4423>>. Acesso em 08 mar. 2018.

SA, Luciana Passos; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudos de Caso em Química. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731-739, Mai/Jun 2007.

SÁ, Luciana Passos. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química**. 2010. 300 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SILVA, Damião Jaílson; SIMÕES, Anderson Sávio de Medeiros. Discutindo a Educação Ambiental em Aulas de Química no Ensino Médio através do uso de materiais alternativos. **EBR – Educação Básica Revista**, Sorocaba, v. 3, n. 1, p. 73, 2017. Disponível em: <<http://www.laplaceemrevista.ufscar.r/index.php/REB/article/view/265/512>> Acesso em: 25 de out. de 2017.

UMBELINO, Moacir; ZABINI, Franciele Oliveira. A Importância da Interdisciplinaridade na Formação do Docente. In: Seminário Internacional de Educação Superior 2014 – Formação e Conhecimento. 1, 2014. **Anais...** Sorocaba: Universidade de Sorocaba – UNISO. São Paulo, 2014. 8 p.

VENTURA, Maria Magda. O estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Revista SOCERJ**. Rio e Janeiro, Set/Out. 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário 1, para Compreensão dos Discentes a Respeito do Tratamento de Águas Residuais

1. Qual destino final você considera correto para os esgotos sanitários?

- despejar diretamente em rios/mares
- Filtrar e despejar em rio/mares
- Tratar e reutilizar
- Tratar e despejar em rio/mares
- Tratar e despejar em rio/mares e ou/reutilizar

2. Você conhece alguma técnica utilizada para tratamento de águas de esgotos?

- Sim
- Não

Obs.: Se respondeu "Sim" responda a questão 3. Se respondeu "Não", pule para a questão 4.

3. Cite tipos de tratamento empregados em esgotos.

4. No tocante ao tratamento de esgotos, você sabe diferenciar tratamento primário, secundário e terciário?

- Sei completamente Sei parcialmente Não sei

5. Faça a correlação de acordo com o tipo de procedimento que pode ser utilizado:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Reservatório com água eutrofizada | <input type="checkbox"/> Estação de Tratamento de Esgoto |
| <input type="checkbox"/> Água de sabão da máquina de lavar | <input type="checkbox"/> Tratamento aeróbio |
| <input type="checkbox"/> Esgotos doméstico/ industrial | <input type="checkbox"/> Processo de filtração |

6. Faça uma breve descrição sobre sua opinião em relação à contribuição do ensino de Química para o meio ambiente?

APÊNDICE B – Questionário 2, para Compreensão dos Discentes a Respeito do Tratamento de Águas Residuais

1. Qual destino final você considera correto para os esgotos sanitários?

- despejar diretamente em rios/mares
- Filtrar e despejar em rio/mares
- Tratar e reutilizar
- Tratar e despejar em rio/mares
- Tratar e despejar em rio/mares e ou/reutilizar

2. Você conhece alguma técnica utilizada para tratamento de águas de esgotos?

- Sim
- Não

Obs.: Se respondeu "Sim" responda a questão 3. Se respondeu "Não", pule para a questão 4.

3. Cite tipos de tratamento empregados para desinfecção de esgoto.

4. No tocante ao tratamento de esgotos, você sabe diferenciar tratamento primário, secundário e terciário?

- Sei completamente Sei parcialmente Não sei

5. Faça a correlação de acordo com o tipo de procedimento que pode ser utilizado:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Reservatório com água eutrofizada | <input type="checkbox"/> Estação de Tratamento de Esgoto |
| <input type="checkbox"/> Água de sabão da máquina de lavar | <input type="checkbox"/> Tratamento aeróbio |
| <input type="checkbox"/> Esgotos doméstico/ industrial | <input type="checkbox"/> Processo de filtração |

6. Faça uma breve descrição sobre sua opinião em relação à contribuição do ensino de Química para o meio ambiente?

7. Faça uma breve descrição sobre sua opinião em relação à contribuição do Método do Estudo de caso para ensino de Química?

APÊNDICE C – Caso elaborado para explorar tipos de tratamento de água e medidas saneamento.

TRAZENDO A ÁGUA DA LAMA À NOBREZA

Felicidade é uma cidadezinha que cresceu às margens de uma cidade grande e sempre foi privilegiada por ter água pura à disposição de todos os seus habitantes. Isso possibilitou o plantio de frutos, legumes e flores, propiciando também o crescimento econômico e financeiro das comunidades.

Mas, o descaso com o meio ambiente fez com que o gestor, preocupado com a saúde da população devido aos elevados índices de doenças relacionadas ao descarte de lixo e esgotos próximos à encosta do reservatório de água do município, procurasse profissionais e entidades responsáveis ligados ao meio ambiente, para serem implementadas medidas que visem reestabelecer a qualidade da água do reservatório municipal.

Em conversa com os profissionais convocados, o prefeito Simplício pediu que estes apresentassem estratégias viáveis financeiramente, de um curto a médio prazo de execução e uma eficiência considerável.

_ Bom dia Senhoras e Senhores presentes! A nossa cidade carece de medidas protetivas ao meio ambiente. A situação não está boa e temo que com a chegada das chuvas possa vir a piorar.

_ Bom dia a todos! Como Engenheiro ambiental, posso salientar que todos tem ciência de que o descaso com o meio ambiente se agrava também, ao desrespeito que indústrias vizinhas têm com o nosso município.

_ Como representante da Universidade Federal da cidade, estamos à disposição para colaborar com pesquisas e com medidas de conscientização junto à população.
– Disse o diretor da instituição de ensino.

_ Junto com a Universidade, conto com a colaboração da Empresa de tratamento de água e dos profissionais do meio ambiente para começarem elaborar os planos para recuperação da qualidade das águas, bem como da saúde do nosso município.

Após a reunião todos já começaram a se mobilizar através de grupos estratégicos e tão logo apresentarem o que foi solicitado pelo prefeito Simplício.

Vocês como membros da equipe de químicos, professores e alunos universitários, devem propor técnicas que atendam as recomendações do prefeito e possam vir eliminar ou minimizar contaminantes presentes na água, bem como medidas profiláticas junto à população. Apresentem as soluções e argumentem a favor delas.