

Uso de múltiplas metodologias de ensino-aprendizagem em engenharia ambiental por meio de prática de campo integrativa no sul da Amazônia Brasileira

Rodrigo Tartari¹, Fabricio Berton Zanchi²

Resumo: *O ensino integrador tem sido ferramenta de modernização, uma vez que as Diretrizes Curriculares Nacionais evoluíram para valorização de projetos inter-multidisciplinares, harmonizando a absorção de conteúdo de forma contemporânea, tornando os cidadãos independentes e ativos. Este trabalho tem por objetivo aplicar práticas integrativas, visando ressignificar a proposta pedagógica do projeto de forma inter-multi-pluri-transdisciplinar. A ação foi desenvolvida em Calama-RO, trecho do rio Madeira entre Porto Velho-RO e Humaitá-AM. O resultado ampliou a perspectiva de capacitação, com vivência e experiência, à prática sobre a perspectiva da liderança, de trabalhos em grupo, manuseio de equipamentos, tomadas de decisão e planejamento, favorecendo o amadurecimento científico e humanitário, dentro do elo Universidade-Comunidade. O uso de metodologias ativas possibilitou ampliar as interpretações sobre os processos de ensino aprendizagem, teórico-prático no currículo de Engenharia Ambiental.*

Palavras-chave: *Projeto integrador. Metodologias ativas. Planejamento ambiental.*

Área Temática: *Meio Ambiente.*

Use of multiple teaching-learning methodologies in environmental engineering through an integrative field practice in the south of the Brazilian Amazon

Abstract: *Integrative teaching has been a modernization tool, since the National Curricular Guidelines have evolved to value inter-disciplinary projects, harmonizing the absorption of content in a contemporary way, making citizens independent and active. This work aims to apply integrative practices, aiming to reframe the project's pedagogical proposal in an inter-multi-pluri-transdisciplinary way. The action was developed in Calama-RO, a stretch of the Madeira River between Porto Velho-RO and Humaitá-AM. The result expanded the perspective of training, with experience and experience, to practice from the perspective of leadership, group work, handling of equipment, decision-making and planning, favoring scientific and humanitarian maturity, within the University-Community link. The use of active methodologies made it possible to broaden the interpretations of the teaching-learning, theoretical-practical processes in the Environmental Engineering curriculum.*

Keywords: *Integrative design. Active methodologies. Environmental planning.*

¹ Professor do Departamento de Meio Ambiente (DAM) da Universidade Estadual de Maringá. Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Química e Doutor em Física Ambiental. E-mail para correspondência, rtartari@uem.br

² Decano do Centro de Formação em Ciências Ambientais-CFCAM da Universidade Federal do Sul da Bahia-UFSB. Matemático e Doutor em Ecologia.

Uso de múltiples metodologías de enseñanza-aprendizaje em ingeniería ambiental a través de una práctica de campo integrativa en el sur de la Amazonía Brasileña

Resumen: *La enseñanza integradora ha sido una herramienta de modernización, ya que las Directrices Curriculares Nacionales han evolucionado para valorar proyectos interdisciplinarios, armonizando la absorción de contenidos de manera contemporánea, volviendo ciudadanos independientes y activos. Este trabajo tiene como objetivo aplicar prácticas integradoras, buscando replantear la propuesta pedagógica del proyecto de manera inter-multi-pluri-transdisciplinaria. La acción se desarrolló en Calama-RO, tramo del río Madeira entre Porto Velho-RO y Humaitá-AM. El resultado amplió la perspectiva de la formación, con trayectoria y experiencia, para ejercer desde la perspectiva del liderazgo, el trabajo grupal, el manejo de equipos, la toma de decisiones y la planificación, favoreciendo la madurez científica y humanitaria, dentro del vínculo Universidad-Comunidad. El uso de metodologías activas permitió ampliar las interpretaciones de los procesos de enseñanza-aprendizaje, teórico-prácticos en el plan de estudios de Ingeniería Ambiental.*

Palabras clave: *Proyecto integrador. Metodologías activas. Planificación ambiental.*

INTRODUÇÃO

As complexas relações que envolvem o campo das aprendizagens têm se constituído em desafio para as inúmeras áreas do saber. Pensando estas questões centradas nos processos de ensino-aprendizagens na área das engenharias, nos leva a refletir com mais profundidade sobre a difícil tarefa de tornar as ciências exatas numa base fundamental para o desenvolvimento científico e tecnológico (Dagnino *et al.*, 2013), bem como, o de potencializar oportunidades de transformação e condições para o desenvolvimento socioeconômico.

Ao longo de muito tempo, vários autores têm buscado entender os contextos da atualidade e as mudanças contemporâneas no ensino, e a sua relação com o trabalho profissional. Esta busca é diretamente relacionada a uma evolução tanto na psicologia cognitiva, como na modernização do ensino por meio de uma pedagogia que possa integrar e ressignificar o conhecimento, influenciado e associado ao desenvolvimento científico e tecnológico (Ausubel, 1968; Bruner, 1968; Japiassu, 1976; Piaget, 1980; Freire, 1987; Vygotski, 1991; Fazenda, 2011).

Essas mudanças estiveram presentes nas evoluções das resoluções do Conselho Nacional de Educação-CNE e Diretrizes Curriculares Nacionais-DCN. Nota-se que na organização das DCN (Brasil, 1998), já traziam a necessidade de eixo interdisciplinar, como forma integradora das componentes curriculares específicas a serem absorvidas em contextos variados e em momentos diferentes do curso. Com a evolução nas DCN (Brasil, 2002), foram elencadas treze competências e habilidades requeridas para o exercício da profissão, com uma forte tendência na valorização de projetos multidisciplinares e com integração de conhecimentos, bem como a independência do estudante em trazer soluções aos problemas do cotidiano.

Por outro lado, as DCNs (Brasil, 2019), além das visões propostas pelas DCN anterior de 2002, trouxe uma ampliação na proposta curricular, onde considerou também os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho, indo além nos conhecimentos multidisciplinares (matérias independentes com propósito somativo) e os transdisciplinares (que considera o máximo de relações entre as disciplinas e conhecimento). Propôs também de forma explícita os projetos integradores que [...] promovam a

integração e a interdisciplinaridade (interação recíproca entre duas ou mais disciplinas), de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas [...], bem como a atuação em todo o ciclo de vida e contexto do projeto de produtos e de empreendimentos.

E estas buscas pela modernização das metodologias de ensino-aprendizagem, sejam elas multi, inter, pluri ou transdisciplinares (Japiassu 1976; Fazenda, 2011; Drăghicescu et al., 2013), também propõe atividades compatíveis com as demandas futuras, ou por meio das melhorias nas formações na área das engenharias, aliados a uma contínua evolução curricular interdisciplinar. A modernização torna os cidadãos mais independentes e ativos, evoluindo a forma de como é engendrada as atribuições profissionais que estão associados a processos de melhoria da produção de produtos, gestão de métodos produtivos e atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento.

Segundo Saviani (2011), as teorias tecnicistas buscam por uma neutralidade científica, alicerçado na racionalidade técnica, gera eficiência e produtividade, que, por outro lado, se entende que estes ensinamentos necessitam de uma pedagogia que desfrute do atual contexto, visando um futuro mais contemporâneo, holístico, com vivência de situações reais que se aproximem ao máximo da área de atuação profissional, fazendo parte integrante ao processo de construção do meio social em que vive (Freire, 1987).

Neste mesmo conceito o autor aspira que a estrutura socioeconômica, condiciona a forma de manifestação do fenômeno educativo, ou seja, uma das funções básicas da educação é também ser um papel na adaptação e reprodução das condições sociais vigentes. Por isto a importância da pedagogia em advogar na reordenação do processo de aquisição do conhecimento de maneira que o torne objetivo operacional para reproduzir as condições sociais vigentes (Saviani, 2011; Brasil, 2019). A aplicação de metodologias integrativas didático pedagógico, em consonância com a objetividade das componentes curriculares básicas, específicas e profissionalizantes oferecidas pela matriz curricular dos cursos, devem proporcionar um ideário integrador dos conteúdos programáticos para um eixo principal, ou seja, para um objeto alvo que requer conhecimentos múltiplos, para preparar profissionais mais qualificados para o atual e futuro mercado de trabalho (Brasil, 2019).

A proposta pode ser consolidada com a utilização de metodologias ativas, como: Aprendizagem Baseada em Problemas-PBL, *hands on*, Sequências de Ensino Investigativas-SEI, dentre outras. Com a aplicação de metodologias ativas em um projeto integrador, pode promover o desenvolvimento de competências e habilidades para diversas áreas de conhecimento, induzindo a aplicação dos diversos saberes, fomentando assim o crescimento interpessoal por ter oportunidade real de aprender a trabalhar em equipe (Ausubel, 1968; Bruner, 1968; Japiassu, 1976; Piaget, 1980; Freire, 1987; Vygotski, 1991; Santos; Barra, 2012).

Atividades integradoras promovem a interconexão dos conteúdos formativos das componentes curriculares, integrando os conteúdos básicos e específicos com foco no compartilhamento de conhecimento, evitando repetições. Isso melhora a distribuição de conteúdo na matriz curricular e enriquece a formação prática do graduando. Este método funciona como uma ferramenta motivacional para que o acadêmico perceba como

usará os conhecimentos nas componentes curriculares sequenciais e na vida profissional. Além disso, a integração entre acadêmicos de diferentes níveis de aprendizado permite a troca de experiências e vivências, fortalecendo a motivação acadêmica e reduzindo a evasão dos cursos de graduação (Brasil, 2019), ao mesmo tempo, em que cria novas redes de *networking* entre as turmas.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é analisar o uso de metodologias ativas de aprendizado em projetos integradores como uma forma de incluir atividades de extensão no currículo dos cursos de Engenharia Ambiental. Para isso, foram definidos os seguintes objetivos específicos: (a) Promover a valorização dos conhecimentos inter-multi-pluri-transdisciplinar entre os estudantes de diferentes períodos e nível de formações. (b) Propor aos graduandos planejamento, ação, observação e reflexão, em uma perspectiva teórico-prático, social, local, global, técnico, de supervisão, elaboração e de coordenação de projetos, levando em consideração os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável presentes nas componentes curriculares do curso.

METODOLOGIA

Área do Estudo

O projeto integrador foi desenvolvido no trecho do rio Madeira que compreende o Município de Humaitá-AM e o Distrito de Calama-RO, pertencente ao município de Porto Velho-RO, conforme Figura 01. Calama-RO possui população de 2782 habitantes (IBGE, 2010) e se localiza ao norte do estado de Rondônia, onde o Rio Ji-Paraná (Machado) deságua à margem direita do Rio Madeira. O nome Calama foi adotado de uma ilha na foz do Rio Ji-Paraná, dado pelos lusos-paranaenses das bandeiras fluviais do século XVIII, (Machado, 2008). Humaitá-AM é o município mais próximo, com acesso pelo Rio Madeira por uma distância de 63 km, fazendo com que a interação dos moradores seja relativamente intensa.

Desenvolvimento Metodológico

Visando uma prática integrativa entre os conteúdos das componentes curriculares (CCs) da matriz do Projeto Político do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas (UFAM/IEAA, 2018), os professores reuniram e propuseram aos moldes de uma “Pesquisa-Ação” (Thiollent, 2005) para melhorar, criar e desenvolver estratégias, de avaliar e ampliar a eficiência de toda a prática de campo, por meio das CCs ofertadas simultaneamente nos 5 anos do curso.

A prática integradora contou com acadêmicos que estavam matriculados nas 8 CCs apresentadas na Figura 2, ficando vinculado a mais de um grupo, criando as interrelações entre as múltiplas CCs.

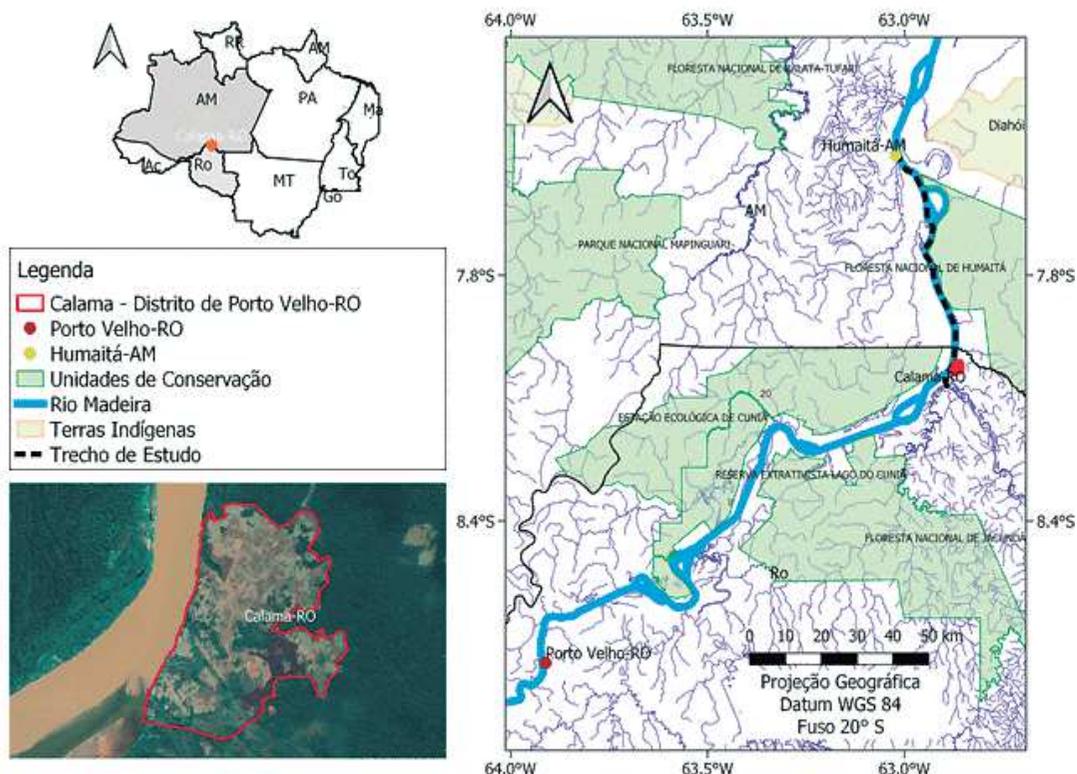


Figura 01 - Localização do trecho de estudo entre Humaitá-AM e o distrito de Calama-RO, no médio curso do rio Madeira.

Fonte: Elaborada pelos autores.

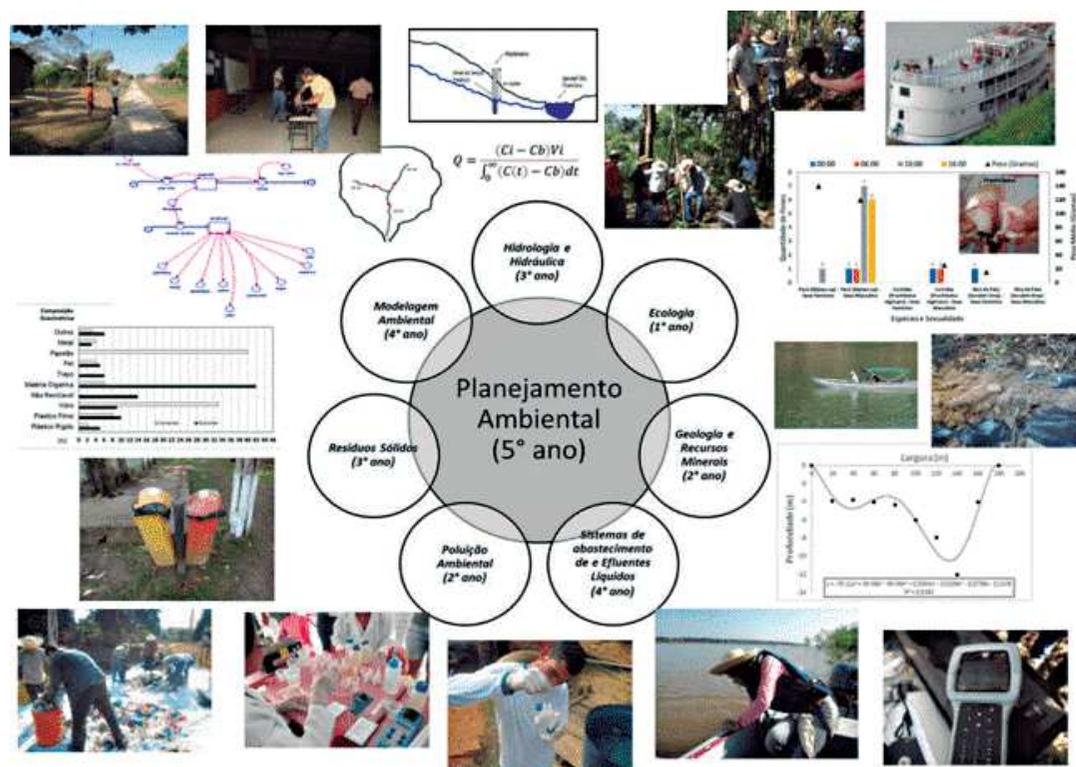


Figura 2 - Múltiplas práticas integrativas, ao centro, às 8 componentes curriculares-CCs com os conteúdos e conhecimentos em diferentes períodos do curso de Engenharia Ambiental. Externo aos CCs, o mosaico de algumas fotos e registros de coletas, resultados e informações gráficas sobre as ações coordenadas.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A proposta integradora contou com metodologias ativas de ensino-aprendizagem, como Aprendizagem Baseada em Problemas-PBL, *hands on* e Sequências de Ensino Investigativas-SEI. Essas metodologias possibilitaram a integração do currículo, que promove o amadurecimento dos acadêmicos do primeiro ano, e a ressignificação dos conteúdos já estudados a uma perspectiva aplicada aos acadêmicos finalistas, trazendo também a ampliação do conhecimento ao assumir o pensamento crítico como princípio do processo educativo, baseado em temas que fazem parte da realidade do acadêmico (Bruner, 2007).

Os 8 componentes curriculares teórico-práticos foram: Ecologia, (1º ano); Poluição Ambiental e Geologia e Recursos Minerais (2º ano); Resíduos Sólidos e Hidrologia e Hidráulica (3º ano); Modelagem Ambiental, Sistemas de Coleta e Tratamento de Resíduos Sólidos (4º ano); e Planejamento Ambiental como a CC integradora do conhecimento entre todas (5º ano), conforme os círculos na Figura 2. Este projeto integrador foi executado utilizando um barco de 3 andares, com capacidade para 100 pessoas, auxiliado com uma lancha de 7 metros para coletas e investigação em pontos de difícil acesso. Participaram 6 professores, 82 estudantes e 2 técnicos, mais a tripulação de apoio. A prática integrativa de extensão ocorreu durante os dias 23 a 25 de agosto de 2013 e trouxe uma inovação em termos de aplicação de metodologias extensionista, pois foi realizado um diagnóstico envolvendo aspectos físicos, químicos, biológicos e socioeconômico, relativo às CCs apresentadas com a finalidade de integralizar os conhecimentos teóricos e práticos na CC de Planejamento Ambiental. Tendo também como estratégia, o delineamento de políticas públicas para melhoria das condições de urbanização, saneamento básico, e preservação ambiental de Calama, que segundo Zauith; Hayashi (2011), este contexto empregado de Ciência, Tecnologia e Sociedade, converge para a teoria Freiriana, uma vez que, assume-se o pensamento crítico como princípio transformador do processo educativo, com temas que fazem parte da realidade e cotidiano do aluno.

Cada componente curricular buscou analisar seus aspectos teóricos e práticos, promovendo a valorização das aproximações conceituais da multi e interdisciplinaridade. Isso incluiu a autonomia e sua metodologia própria, bem como a transferência de métodos e atitudes de compreensão sistêmica para construir um conhecimento integrado sobre o tema. Além disso, houve um forte enfoque na trans e pluridisciplinaridade, incorporando os conhecimentos tradicionais da região amazônica e conectando diferentes campos científicos e experiências empíricas. Isso permitiu aos acadêmicos orientações e soluções diversificadas para os desafios práticos encontrados (Fazenda, 2003; Aiub, 2006; Fazenda, 2011; Sousa; Pinho, 2017).

As interações promovidas entre as CCs fortaleceram os conteúdos curriculares e capacitaram os estudantes sob o aspecto de liderança, trabalho em equipe, resolução de problemas, comunicação, relação interpessoal, uso de equipamentos e tecnologias, além de promover a inovação durante o projeto integrador. Essa abordagem permitiu a integração de diferentes metodologias e a consolidação dos resultados no Componente Curricular de Planejamento Ambiental, com cada componente estabelecendo metas específicas:

- Sistemas de Coleta e Tratamento de Resíduos Sólidos: caracterização e quantificação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliar e comercial (Figura 2) conforme metodologia estabelecida pela

NBR 10007 (ABNT, 2004). Estimou-se a produção *per capita*, pela divisão do peso total dos resíduos coletados naquele dia pelo número total da população amostrada.

- Modelagem Ambiental. Desenvolvimento de um modelo matemático para estimar a produção dos resíduos sólidos urbanos do distrito de Calama para um período de 20 anos e o potencial econômico dos resíduos recicláveis visando a redução da geração e a valoração econômica. Utilizou-se o software STELLA® 8.0 considerando a população atual, fez-se a estimativa da composição gravimétrica e valoração dos resíduos recicláveis através dos valores da composição gravimétrica realizada *in loco* (dados da CC Sistemas de Coleta e Tratamento de Resíduos Sólidos).

- Poluição Ambiental. Fez-se a identificação e registro das fontes e sistemas de abastecimento de água e as fontes de poluição e contaminação. Caracterizou-se a qualidade da água de abastecimento em torneiras comunitárias, em dois lugares diferentes no distrito e no rio Madeira, através de análises físico-químicas (Macedo, 2001). Os parâmetros físicos (cor e turbidez) e químicos (DQO, oxigênio dissolvido e pH). Foram utilizados o Kit de Potabilidade, Turbidímetro HACH, Espectrofotômetro DR/2010 HACH, Digestor HACH e Oxímetro com uso da sonda multi parâmetro, portátil (YSI 556).

- Sistema de Coleta e Tratamento de Efluentes Líquidos. Realizou-se um diagnóstico da situação do esgotamento sanitário pela CC Poluição Ambiental e identificou a disposição final dos efluentes líquidos no Distrito de Calama. Percorreu-se todos os locais e fez-se mapeamento, registros fotográficos e identificação das formas de disposição final dos efluentes líquidos. Através dos resultados da prática aplicada pelo grupo da CC de Hidráulica e Hidrologia, fez-se análise do potencial risco de poluição das águas subterrâneas e superficiais. Estimou-se o consumo médio diário de água por habitante, através da quantidade de residências existentes e o número de habitantes por residência, estimando o consumo médio *per capita* de água, bem como a quantidade de efluente líquido gerado diariamente, calculado pelo produto do consumo de água *per capita* encontrado pelo coeficiente de retorno ($C=0,8$ ou 80%) que é considerado esgoto.

- Hidrologia e Hidráulica. Determinou-se o perfil transversal do rio e sua área ($A - m^2$), a velocidade ($V - m.s^{-1}$) de escoamento, para o cálculo da vazão momentânea ($Q = A.V - m^3.s^{-1}$) e disponibilidade hídrica, bem como avaliar a profundidade das águas subterrâneas por medidas piezométricas junto à margem dos rios no entorno de Calama subsidiando os trabalhos do grupo da CC Poluição Ambiental. Nos rios formadores do Rio São Francisco-SF, os acadêmicos tomaram medidas de vazão em três pontos diferentes, utilizaram três técnicas diferentes: molinete, flutuador e método do traçador em soluto (sal). (Embrapa, 2007; Trancoso, 2006; Tucci, 2013). Medições topográficas foram realizadas para determinação de parâmetros geomorfológicos dos rios, no ponto de monitoramento, a medida de largura do rio e a sua profundidade (batimetria) (Baptista e Lara, 2016). Fez-se o monitoramento do nível do lençol freático através da instalação de um piezômetro, utilizando tubo de PVC de 50 mm, com ranhuras feitas ao longo do tubo na parte inferior do cano para a passagem da água, com filtro de tecido para impedir a passagem de partículas de solo ou de areia. Com uso de trado para solo, buscou-

se alcançar o nível do lençol freático para a inserção do tubo de PVC. Com o tubo instalado prosseguiu-se com a execução da medição do nível do lençol freático por meio de uma trena (plu-plu).

- Geologia e Recursos Minerais. Mediu-se a vazão do rio Machado e estimou-se a quantidade de sedimentos transportados naquele determinado momento. Na realização da prática, primeiramente foi necessário determinar a vazão do rio Machado, baseado na profundidade em seção transversal determinada com ecobatímetro sonar Garmin Echo 100, acoplado a um GPS MAP de navegação de marca Garmim em navegação que possibilitou a medição da área conforme Figura 2. O método utilizado para medir a velocidade foi através do flutuador descrito na metodologia da CC de Hidrologia e Hidráulica. Para a medição do Total de Sólidos Dissolvidos (TSD), foram coletadas amostras de água e foram efetuadas as medidas por meio de Sonda Multi-parâmetro Portátil (YSI 556). O valor médio de TSD foi multiplicado pelo valor da vazão para estimativa do transporte de sedimentos.

- Ecologia. Correlacionaram-se os processos ecofisiológicos do ambiente com a investigação da ictiofauna amazônica na confluência do Rio Machado com o Rio Madeira, com propósito de descrever os processos através da elaboração de um fluxograma de matéria e energia. Nesta prática a captura da ictiofauna, foram instaladas redes de pesca com malhas 30 e 100 cm de abertura na confluência entre os Rios Machado e Madeira, no horário de 20:00 horas do dia 23 de agosto de 2013. A partir das 22:00 horas do mesmo dia, foi feita a coleta de peixes, água e substrato no local, assim como a observação paisagística do ambiente, repetindo a cada 2 horas, totalizando um período de 24 horas de coleta. Os peixes capturados passaram por análise de biometria, identificação taxonômica, estudos gonadossomáticos e do conteúdo estomacal pelo grau de depleção das estruturas (Figura 2). Simultaneamente foram medidas variáveis meteorológicas, qualidade de água e indicadores de poluição ambiental.

- Planejamento Ambiental. Realizou-se um diagnóstico da situação socioeconômica e das condições de saneamento básico do distrito por meio da aplicação de questionários. Essas informações, coletadas de forma transdisciplinar, foram então comparadas para a formulação de propostas de melhoria da comunidade, desenvolvidas com base nos resultados e análises dos questionários das CCs, além de considerar a percepção dos professores e estudantes em relação à prática de integração interdisciplinar e transdisciplinar. A aplicação do questionário para 100 moradores, levando em consideração o nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5% (Bolfarine; Bussab, 2005), por isso optamos em entrevistar aleatoriamente, evitando a repetição dos entrevistados, distribuídos ao longo das ruas de Calama.

Foram feitas visitas in loco para avaliação do ambiente atual, abordando os aspectos relacionados à Hidrologia e Hidráulica, Ecologia, Geologia e Recursos Naturais, Modelagem, Sistema de Drenagem e Risco de Alagamento, Abastecimento de Água Potável, Coleta de Resíduos Sólidos e Esgotamento Sanitário. Avaliou-se a questão de infraestrutura pública e mobiliários urbanos. A partir da compilação e todos os resultados do diagnóstico, propostas e sugestões de adequação referente ao conhecimento local adquirido com a população e

a troca de saberes mediante palestras feitas junto à comunidade para identificar pessoalmente as percepções em relação ao meio ambiente que a população do distrito vive (Figura 2).

Para quantificar e qualificar o projeto integrador (Planejamento Ambiental), foi elaborado um questionário socioambiental aplicado pelo grupo de Planejamento Ambiental, que levou em consideração a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável-ODS (Resolução 70/1), estruturando em: i) aspecto socioeconômico; ii) infraestrutura de abastecimento de água; iii) infraestrutura de esgotamento sanitário; iv) gerenciamento dos resíduos sólidos; v) infraestrutura pública e mobiliários urbanos. Cada item deste questionário baseou-se também nos desdobramentos das ODS (1, 3, 6, 11, 13, 14, 15 e 17), melhorando a execução das práticas descritas em cada tópico (CCs) abordado.

Na embarcação, no momento de retorno (dia 25 de agosto), todos os grupos de cada componente curricular, sintetizaram as informações e apresentaram os resultados das práticas em conjunto com os professores orientadores, para congregar as informações e abrir espaço para o diálogo e conjectura de propostas de gestão e planejamento ambiental para ordenamento territorial, visando a melhoria da qualidade de vida dos moradores de Calama.

Posteriormente, utilizou-se um formulário para avaliação da prática de campo integrada junto aos acadêmicos e professores, abordando perguntas com o intuito de identificar os pontos positivos e negativos, abordando aspectos de alimentação oferecida, transporte utilizado, alojamento, higienização, métodos científicos utilizados, entretenimento pós-prática de campo, disponibilização de equipamentos, disponibilização de EPI, serviço prestado pela tripulação do barco, distribuição das tarefas, tratamento ético entre os docentes e entre os discentes, à escolha do local para prática de campo, oportunizando espaço para sugestões de melhoria para realização de outras práticas futuras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização Histórica e Socioeconômica de Calama

Na prática integradora, aproximadamente 10% do total de habitantes na área urbana de Calama foram entrevistados, indicando que em média são 4 habitantes por residência e este número variou significativamente, havendo residências com apenas um morador e residências com até onze moradores.

Na Figura 3 (a), o grau de escolaridade das famílias dos entrevistados, mostram que 12% são não alfabetizados, 45% não terminaram o ensino fundamental, 15% terminou o ensino médio e apenas 5% prosseguiram com os estudos, sendo que 1% iniciou um curso superior, 3% concluíram o ensino superior e 1% cursando mestrado na UFAM.

A renda familiar mensal das famílias, mostra que 47% possuem renda entre 2 e 3 salários-mínimos, 34% sobrevivem com menos de um salário-mínimo, 11% declara receber mais de três salários-mínimos e 8% mais do

que 4 salários-mínimos (Figura 3 b). Praticamente todos os moradores citaram que pescam diariamente, bem como realizam a caça na floresta como forma de obter alimento para a família. Aproximadamente 70% dos entrevistados disseram realizar o plantio de mandioca, 68% afirmaram fazer extrativismo, coletando na floresta frutos como: açaí, coco, biribá, buriti, cacau, camu-camu, cupuaçu, graviola, pupunha, tucumã, raízes, entre outros. 20% dos entrevistados disseram que já trabalharam no garimpo de ouro e no momento não trabalham.

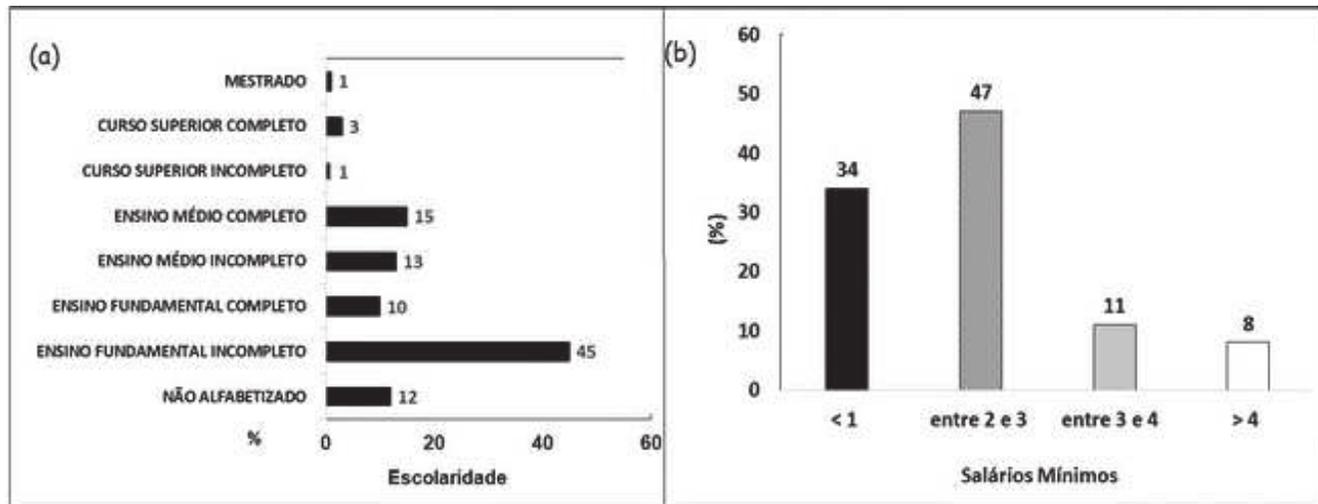


Figura 3 - a) Grau de escolaridade dos entrevistados e b) Renda familiar

Fonte: Elaborada pelos autores.

Sistemas de Coleta e Tratamento de Resíduos Sólidos

A geração dos resíduos sólidos foi feita para uma população amostral de 120 habitantes, sendo uma a produção total de 42,5 kg de resíduos domiciliares, correspondendo a uma geração *per capita* de 0,35 kg hab⁻¹ dia⁻¹. Segundo Monteiro *et al.*, (2001), este valor está bem abaixo dos municípios com população urbana entre 30 a 500 mil, que apresenta geração entre 0,5 a 0,8 kg hab⁻¹ dia⁻¹, e se associa a uma vida pouco urbanizada e distante dos maiores centros próximos que é Humaitá e Porto Velho.

Conforme a Figura 4, pode-se observar que a maior quantidade de resíduos domiciliares gerados foi a matéria orgânica (42%), em segundo foram os resíduos não recicláveis (15%) e em terceiro o plástico filme (8%).

Estes resultados retratam a economia do distrito, onde o maior consumo são alimentos que geram abundantes de matéria orgânica, relativo aos restos de alimentos de origem vegetal e principalmente de carcaças de peixes, muito consumida pela facilidade da pesca.

Os resíduos comerciais apresentaram uma maior quantidade de papelão (39,53%), em segundo lugar o vidro (32,45%) das garrafas de bebidas e em seguida o plástico filme (10%). O distrito também não conta sistema de coleta de resíduos, bem como não existe uma área destinada à disposição final adequada dos resíduos gerados (lixão ou aterro).

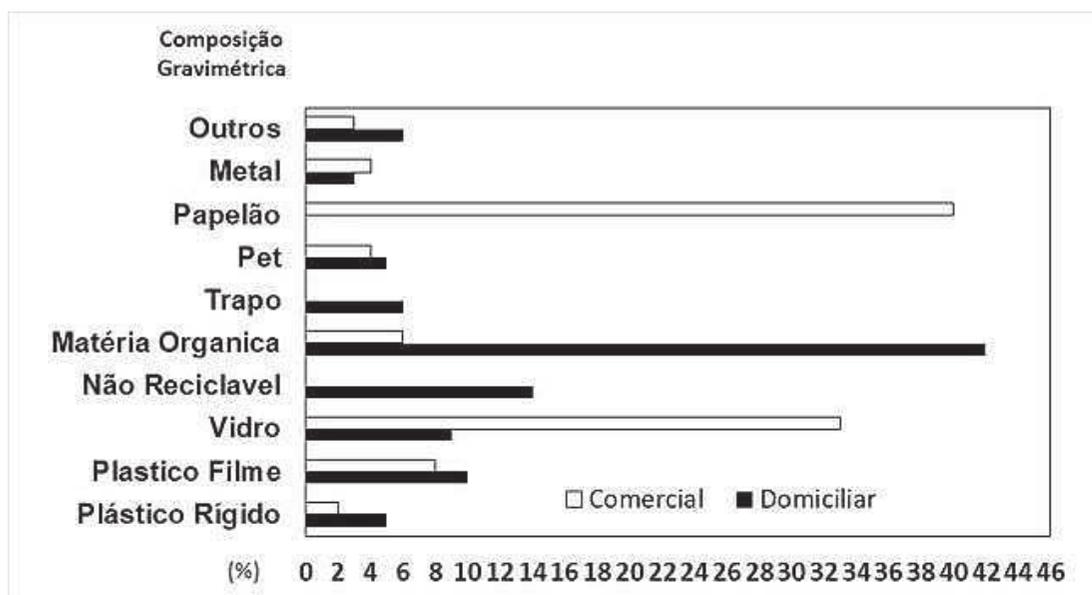


Figura 4 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos do Distrito de Calama-RO.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Deste modo a grande maioria da população, aproximadamente 91%, alega queimar o lixo por não ter outra opção, pois segundo esses, deixar o lixo nas lixeiras públicas locais não apresenta grande valia, pois os resíduos ficam suscetíveis a extravios por macro vetores, como cachorros, aves, roedores, gerando odores e vetores de doenças.

O restante da população entrevistada diz destinar o lixo na superfície de terrenos baldios ou enterrar no solo. Estas técnicas ou apresentam danos ao ambiente, ou são fontes de proliferação de vetores de doenças como a dengue, a malária, entre outros, necessitando de atenção para atendimento, a coleta e destinação adequada.

A grande maioria dos moradores entrevistados (75%) dizem que se sentem incomodados que a situação dos resíduos sólidos no distrito é ruim, causando uma aparência desagradável.

Apenas uma pequena quantidade destes (14%), mostraram-se indiferentes a esta situação. Segundo as informações coletadas, 58% dos entrevistados disseram fazer algum tipo de separação para reutilização/reciclagem dos resíduos, antes do descarte. Sendo que o principal resíduo separado é a matéria orgânica (53%) lançada nos quintais geralmente. Alumínio vem em seguida (16%), plástico (13%), vidro (10%) e papéis (8%).

Praticamente todos os entrevistados (95%) têm ciência de que os resíduos sólidos destinados de forma errada podem causar problemas ambientais e a saúde. Segundo os moradores, os principais problemas causados pelos resíduos sólidos são doenças (42%) e odor (26%), seguidos de quintal sujo (16%) e rua suja (16%). Apenas 28% dos entrevistados alegaram já ter recebido algum tipo de informação sobre destinação adequada dos resíduos e os possíveis danos causados por esta prática e o que fazer com os resíduos gerados.

Modelagem Ambiental

O modelo criado (Zanchi *et al.*, 2020) para estimar a produção de resíduos sólidos e a valoração econômica dos recicláveis, foi desenvolvida com base na projeção de crescimento populacional (taxa de crescimento-taxa de decréscimo) do (IBGE 2010) e a quantificação e gravimetria obtida pela prática da componente curricular de Sistemas de Coleta e Tratamento de Resíduos Sólidos. Nota-se que a estimativa da quantidade e qualidade dos resíduos gerados, podem trazer um retorno interessante para algum morador local, empresa ou cooperativa que trabalhe com a proposta de coleta seletiva, minimizando o passivo ambiental causado pelo descarte e gerando renda.

Na Tabela 1 o modelo estima um potencial de lucro bruto na ordem de R\$ 7.330,00 por mês com a venda dos recicláveis, e em uma projeção otimista para vinte anos, gera-se um total de R\$ 1.732.795,00 de lucro bruto.

Vale salientar que nestes cálculos não constam custos relativos à aquisição de equipamentos e infraestrutura, consumo de energia, no uso da prensa em alguns recicláveis, transporte e água para limpeza, apresentados como os gastos mais comuns na transformação e comercialização destes produtos.

Tabela 1 - Preço de cada item comercializado e simulação do retorno com a venda dos resíduos gerados e que são recicláveis no distrito de Calama – RO.

Tempo	Alumínio kg R\$ 2,35	Aço kg R\$ 0,25	PET kg R\$ 1,40	Plástico Filme kg R\$ 0,60	Plástico Rígido kg R\$ 0,80	Vidro kg R\$ 0,25	Total (R\$)
1 mês	1.438	38	2.129	1.837	1.216	670	7.330
1 ano	16.618	442	24.804	21.238	14.173	7.748	85.025
5 anos	84.706	2.252	126.426	108.250	72.243	39.496	433.376
10 anos	169.336	4.505	252.784	216.442	144.448	78.971	866.516
15 anos	254.026	6.756	379.141	324.633	216.652	118.445	1.299,60
20 anos	338.686	9.007	505.499	432.825	288.856	157.920	1.732,70

Fonte: Elaborada pelos autores. Agosto de 2013.

Poluição Ambiental

Quanto ao sistema de abastecimento de água, toda a população registrou ser abastecida por poço artesiano pertencente ao sistema público de abastecimento feito pela Companhia de Água e Esgoto do Estado de Rondônia (CAERD), com consumo médio *per capita* de 177 L.hab⁻¹ dia⁻¹, totalizando volume de consumo diário de aproximadamente 492.400 L.

Em relação à qualidade do sistema de abastecimento de água e qualidade da água servida, conforme a opinião dos entrevistados, 81% consideram a qualidade dos serviços de abastecimento de água boa e apenas

19% consideram o abastecimento regular. Já no que tange a questão da qualidade da água, 80% consideram boa, 17% consideram regular e apenas 3% consideram que a qualidade da água servida era ruim.

Foi diagnosticado que 64% da população possui caixas d'água de 1000 litros para armazenamento para garantia do abastecimento, com relatos de alguns moradores que ocorrem dias que recebem água uma vez por dia, por um período de duas horas.

Aproximadamente 85% da população entrevistada alegou não sofrer com falta de água, sendo esta situação restrita apenas há dias em que ocorrem problemas de falta de energia elétrica e incidentes no sistema de bombas, como a queima dos equipamentos e/ou manutenção. Os entrevistados foram ainda questionados se realizavam algum tipo de tratamento na água antes do consumo. 23% disseram não realizar nenhum tipo de tratamento, 69% efetuam a cloração, 6% filtram e 2% fervem a água antes de consumir.

Os resultados das análises das águas superficiais e subterrâneas, apresentado na Tabela 2, indica que o rio Madeira apresentou boa qualidade, baixos níveis de dureza, níveis de fosfato pouco acima dos valores máximos estabelecidos pelos parâmetros da Resolução CONAMA 357/2005 e alta turbidez que relativo ao grande volume de sedimentos transportados pelo rio.

Todas as águas de abastecimento analisadas apresentaram boa qualidade em termos de potabilidade, no entanto, não foram feitos testes microbiológicos recomendados (Macedo, 2001), pois não tínhamos equipamentos disponíveis para a análise. A água dos poços de Calama possui pH baixo, com indicativo de boas condições para consumo, estando enquadrado como sendo de excelente qualidade conforme a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017.

Parâmetro (Unid.)	Margem Esquerda	Margem Direita	CONAMA 357/2005	Poço 1	Poço 2	Portaria Nº 5
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	30	30	-	0	0	-
Cloreto (mg.L ⁻¹)	10	10	250	10	10	250
Dureza (mg.L ⁻¹)	50	40	-	0	0	500
Cor (Pt.Co ⁻¹)	25	20	75	0	0	10
Amônia (mg.L ⁻¹)	0,25	0,15	-	0,1	0,25	1,5
Ferro (mg.L ⁻¹)	0,25	0,25	5	0	0	0,3
pH (mg.L ⁻¹)	7,5	7	6 a 9	5	5	6 a 9,5
OD (mg.L ⁻¹)	8,5	6,5	<2	7	8	-
Fosfato (mg.L ⁻¹)	0,75	0,6	Até 0,050	0	0	-
Turbidez (mg.L ⁻¹)	148,33	158,33	100	0	0	5

Sistema de Coleta e Tratamento de Efluentes Líquidos

Segundo a estimativa da CC Poluição Ambiental, são gerados aproximadamente 393.920 L.dia⁻¹ de efluentes pelas residências e dispostas de forma imprópria, devido à ausência de um Sistema de Esgotamento Sanitário com tratamento no Distrito de Calama-RO. Onde, 83% dos esgotos individuais são descartados em fossas negras, 14% em valas a céu aberto e 3% no quintal em direção ao rio. Estas formas de disposição final, gera severos danos ao meio ambiente, poluindo o lençol freático, as águas superficiais, o solo e trazendo danos à fauna e à flora, além de apresentar sérios riscos à saúde da população.

A opção de fossas negras, apresenta alto risco de contaminação do lençol freático, no entanto, é melhor do que se fosse destinado a céu aberto como em valas e quintais, pois apresentaria riscos ainda maiores à população devido ao contato direto de pessoas e animais domésticos com os efluentes, bem como o escoamento superficial que pode levar a contaminação das águas superficiais e proliferação de vetores de doenças. O lançamento *in natura* no rio Madeira também foi identificado, especificamente na orla do distrito onde as embarcações ficam atracadas, desfavorecendo a questão turística e comercial, afetada diretamente por esta situação, considerando ainda a prática das embarcações nas proximidades deste ponto de lançamento de esgoto, captarem água do rio para higienização da embarcação, dos tripulantes e passageiros, estando suscetíveis a doenças. Além disso, o impacto da poluição por odor e visual causada aos visitantes e frequentadores do local, visto que esta é a porta de entrada do distrito.

Quando questionados se já haviam recebido algum tipo de orientação quanto à disposição final dos efluentes líquidos gerados, 81% dos entrevistados informaram nunca ter recebido nenhum tipo de informação e nem compreender o dano negativo. Entretanto, mesmo com pouca ou nenhuma informação, quase todos os entrevistados relacionaram a disposição inadequada dos efluentes com algum tipo de problema. Sendo que 42% relacionaram como fonte de doenças, 31% como fonte de mau cheiro e 15% como fonte de proliferação de vetores. De todos os entrevistados, 79% destes disseram estar dispostos a pagar taxa, caso haja a instalação de um sistema de coleta e tratamento de esgoto no distrito, com valor justo as condições econômicas da população.

Hidrologia e Hidráulica

Através do piezômetro instalado, detectou-se que o nível de água subterrâneo aflora a uma profundidade de 3,37 metros abaixo da superfície. Este tipo de medida é importante para monitorar a flutuação de nível do lençol freático na região e da qualidade de água, visando o abastecimento para uso no distrito, bem como os riscos de poluição no lençol freático por lançamento de esgoto em sistema de fossas ou na superfície.

Foram encontradas muitas diferenças nas medidas de vazão realizadas. Um exemplo claro é para o rio SF 02, onde foram feitas medidas pelos três métodos. Os valores são discrepantes, na ordem de 206, 41,25 e 117 L.s⁻¹ para os métodos do flutuador, molinete e químico, respectivamente. Estas diferenças podem ser devido

aos erros atribuídos a cada método e interferências externas, tais como o vento e a subjetividade humana. Isto foi importante para que os acadêmicos pudessem entender os problemas nas medidas e a escolha do método de campo ideal para o caso específico. Os acadêmicos identificaram que o método mais confiável foi o químico (soluto), os demais, em função do curto período da prática, não foram possíveis as realizações de maiores repetições, havendo uma super ou subestimativa da vazão.

Geologia e Recursos Minerais

Nesta prática os acadêmicos identificaram os pontos de profundidade obtidos com ecobatímetro sonar da margem esquerda para direita (Figura 2). Utilizou-se do Cálculo Diferencial para aproximação da área da secção transversal do Rio Machado, conforme a função de ordem 6 com R^2 de 0,91

O levantamento mostra que o rio Machado naquele dia em sua foz apresentou 171 m de largura, profundidade máxima próximo da margem direita de 12 metros e uma área da seção transversal de 1016 m². A partir da equação de vazão ($Q = A * V$), medidas da qualidade da água e métodos já apresentados na CC Hidrologia e Hidráulica foram realizados e encontraram-se os seguintes resultados de velocidade 1,268 m s⁻¹, vazão 1288,33 m³ s⁻¹ e total de sólidos dissolvidos transportados na água de 18 kg s⁻¹.

A região da foz do rio Machado apresenta como área de depósito de sedimentos, com alto percentual de areia. Todo o processo erosivo ocorrido na bacia do rio Machado vem a se depositar junto à foz, visto que na maior parte do tempo, devido à maior vazão do rio Madeira, as águas são represadas e as partículas de areia perde velocidade e se acumulam formando, grandes bancos de areia que muda o curso do rio prejudicando a navegação. Esta região é explorada pela atividade de mineração, de extração de areia para construção civil, visto que as características da área são granulometricamente do tipo fina e com alto poder financeiro agregado.

Ecologia

Por meio das observações realizadas foi possível notar uma grande diversidade na vegetação, apresentando árvores de grande e pequeno porte nas margens do rio Madeira e do rio Machado. Foi observado também, áreas de sucessão ecológica, provenientes de áreas que foram anteriormente desmatadas para plantio ou criação de animais, ou atingidos pela elevação de nível do rio Madeira, e que atualmente apresentam crescimento de gramíneas e em algumas partes já exibem floresta em estágio primário de regeneração, com vegetação de porte médio. Na maior parte do percurso foi possível observar que longe dos vilarejos, a vegetação é mais densa, com árvores de grande porte, indicando o equilíbrio natural antigo existente nas áreas que não são pressionadas pelas atividades humanas. Nestas áreas estão constituídas por unidades de conservação com alta biodiversidade e pouca atuação humana.

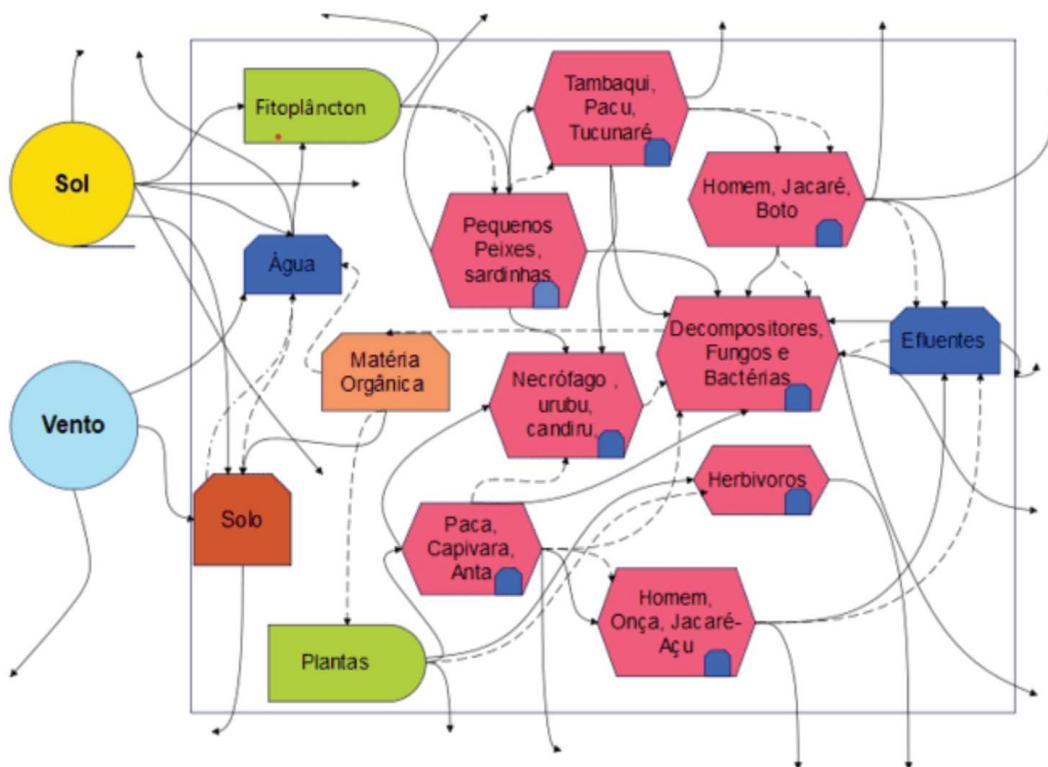


Figura 5 - Fluxograma de matéria e energia em ecologia do ambiente.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados das coletas de ictiofauna, mostraram-se mais eficientes em períodos crepusculares, sendo coletadas várias espécies de peixes tais como: *Piractus mesopotamicus*, (Pacu), da família *Serrasalminae*; *Prochilodus*, (curimbatá ou curimba). Nestas espécies, foi possível observar que os estômagos estavam vazios que as fêmeas não estavam em seu período de reprodução. Outra espécie foi encontrada, o *Sorubim lima*, conhecido como Bico de Pato em grande abundância. Foi possível observar que a maioria dos exemplares coletados apresentaram o sexo masculino, isso se dá devido ao hermafroditismo protândrico, que ocorre quando animais machos mudam de sexo, tornando-se fêmeas.

Por meio das observações foram realizadas conexões de informações inter e transdisciplinares, para direcionar os dados para a criação de um fluxograma representativo para caracterização do fluxo de matéria e energia conforme apresentado na Figura 5.

Conforme o fluxograma, os símbolos circulares são as fontes de energia (Sol e Vento) que entram no sistema, os em forma de polígono representam os depósitos de energia do sistema (Solo, Matéria Orgânica, Água, Efluentes), os símbolos em forma de ogiva geométrica são os produtores de oxigênio e alimentos (Plantas e Fitoplâncton), os em forma hexagonal são os consumidores (Homem, Paca, Peixes, Decompositores, etc.) e os em forma de seta representam as interações existentes entre os consumidores e os decompositores. Neste fluxo contém setas de linha contínua que representam o ciclo de energia, as setas direcionadas para fora do sistema e representam a fração de energia dissipada durante o transporte entre os compartimentos do sistema.

As setas de linhas pontilhadas representam o ciclo da matéria, não há setas direcionadas para fora do sistema porque no caso da matéria nada se perde, tudo se transforma. As setas pequenas, localizada para fora do sistema no fluxograma, representa o sumidouro de energia, para onde toda a energia dissipada é direcionada.

Planejamento Ambiental

Através da integração inter, multi, pluri e transdisciplinar, que envolveu observações e diagnósticos feitos pelas equipes de trabalho, bem como as informações obtidas mediante questionários aplicados à administração do distrito e aos moradores, além das discussões durante uma palestra com a população para entender suas preocupações e desafios, conseguimos desenvolver propostas para melhorar a qualidade de vida e o ambiente no distrito de Calama. Essas propostas foram apresentadas em um documento entregue à administração do distrito, visando contribuir para o desenvolvimento local e municipal em Porto Velho. Essas propostas incluem:

- Adensamento e Ocupação. Identificação e mapeamento das casas construídas muito próximas umas das outras, desrespeitando limites, muitas em locais irregulares junto a cursos d'água ou muito próximo do lençol subterrâneo, vulneráveis ao alagamento. Foi identificado que haverá necessidade de elaboração de plano de uso e ocupação do solo com demarcação dos limites de terrenos e regularização fundiária. Há necessidade de relocação de residências que se encontram muito próximas aos cursos d'água e sofrem no período de cheia dos rios por inundação. Há necessidade de recuperar calçadas danificadas e projetar novas calçadas (acessibilidade), principalmente para transitar em dias chuvosos, onde o terreno possa alagar;

- Arborização Urbana e Desmatamento. Inúmeras árvores de espécies nativas e de grande porte localizadas próxima das casas, gerando risco de queda, bem como impedindo a passagem de pedestres que precisam transitar. Há necessidade de poda constante e manutenção rasteira, e outras árvores com necessidade de serem suprimidas. Sugere-se a elaboração de um plano de arborização e reflorestamento de encostas e margens de corpos d'água para redução de riscos ambientais, proteção dos recursos hídricos e para harmonia paisagística.

- Sistema de Captação e Abastecimento de Água. A captação da água por sistema de poço tubular por bombeamento apresenta-se regular, com necessidade de melhoria no sistema elétrico, mediante projeto para energia fotovoltaica, bem como ampliar a rede de distribuição com substituição de trechos com tubulações velhas e quebradas, que geram perdas e entrada de contaminantes na rede. Melhoria no sistema de condicionamento e limpeza periódica; sugere-se que seja feito tratamento por cloração da água para distribuição e incentivo de instalação de caixas de água residencial para evitar a falta de água nos períodos que o distrito permanece sem energia elétrica.

- Sistema de Esgotamento Sanitário. Inexistência de sistema de coleta de esgoto e lançamento inadequado de efluentes líquidos no solo e em corpos d'água. Há extrema necessidade e urgência de implantação da rede de coleta e uma estação de tratamento de esgoto para cessar a poluição;

- **Gestão dos Resíduos Sólidos.** A disposição e gestão de resíduos sólidos é inadequada e ineficiente. Recomenda-se que seja elaborado um plano de Gerenciamento e Disposição final de Resíduos sólidos, abrangendo o sistema de acondicionamento, separação domiciliar e a realização de coleta seletiva visando a comercialização dos resíduos recicláveis e também o desenvolvimento de sistema de compostagem dos resíduos orgânicos visando a obtenção de bio-composto. A definição de um local adequado para construção de um aterro controlado para disposição dos resíduos inservíveis se faz necessário, associado a promoção da conscientização por meio da educação ambiental;

- **Fontes de Poluição Atmosférica.** Foi constatada a prática de queimada de resíduos sólidos, de vegetação para limpeza de terreno e lançamento de poluentes pela queima de óleo diesel oriundo da usina termelétrica do distrito. Sugere-se que seja realizado um projeto com sistema de filtros, lavadores de gases para reduzir as emissões de poluentes atmosféricos oriundos da termoelétrica, e projeto de instalação de energia fotovoltaica para suprir as demandas por energia pelo distrito de Calama;

- **Análise de riscos ambientais.** Foi identificada a existência de um posto de combustível em situação improvisada e com aspectos inadequados de armazenagem em uma residência sem nenhuma infraestrutura e com abastecimento manual, havendo riscos de explosão e incêndio que precisam seguir as normas técnicas e legais vigentes, com necessidade de adequação da infraestrutura. A localização do cemitério na encosta de um corpo d'água, com tendência para que o necro-chorume possa contaminar o lençol e gerar risco iminente, por estar pouco abaixo da superfície do solo, próximo à variação do nível do lençol freático e alcance dos rios do entorno. Essa questão é uma demanda urgente de planejamento visando a mudança de localização mediante estudo de concepção. Foi identificado que orla da cidade sofre por movimentos de subida e descida do rio Madeira, com processos erosivos que geram prejuízos enormes para o distrito e precisa de projeto para sua revitalização e controle de desbarrancamento de encostas;

- **Telecomunicações e iluminação pública.** Foram identificados 9 aparelhos telefônicos, e antenas parabólicas comunitárias e particulares, com a existência de uma antena de celular. Não existe acesso à internet e o sistema de iluminação é precário e inexistente. O distrito precisa de investimentos para melhoria do sistema de telecomunicações com internet e projeto de iluminação pública com aproveitamento de energia fotovoltaica.

- **Identificação de Indústrias e Produção.** Presença de duas farinheiras e fábrica de gelo, que precisa de fortalecimento para manutenção dos cultivos agrícolas, a pesca artesanal e a produção de alimentos;

- **Produção Agrícola e Agro floresta.** Foram identificados os cultivos de mandioca na área diagnosticada e coleta de frutos, leguminosas e raízes. Fortalecer os produtores com assistência técnica rural para aumentar a área produtiva e preservar a floresta, promovendo a segurança alimentar e geração de renda;

- **Caça, Pesca e Criação de Animais.** Diante dos grandes rios e imensas florestas que fazem parte do entorno do distrito de Calama é notória a diversidade e abundância de espécies de peixes e animais de caça. Sugere-se que a comunidade se organize na forma de associação, visando a comercialização do pescado junto

às cidades da região. Com relação à caça, recomenda-se que seja feito um trabalho de educação ambiental para se preservar as espécies ameaçadas e que seja feita uma caça consciente e não predatória, baseado em técnicas de manejo de fauna sob recomendações técnicas. Sugere-se a criação de frango na área de estudo, para ficar mais independente, de forma promover a diversificação da alimentação e geração de renda;

- Esporte e turismo. Identificou-se que no distrito de Calama há organização de times de futebol que disputam campeonatos e precisam de apoio para deslocamentos em participações regionais. O local possui grande potencial para o turismo de pesca esportiva, observação da fauna e flora, passeio de barco, mergulho e recreação. No entanto, falta infraestrutura de pousadas, bares e restaurantes, bem como de divulgação e logística de embarcação e capacitação dos moradores locais para atendimento ao público.

A prática integrativa, que teve o acadêmico como protagonista, trouxe o uso de metodologias de ensino e aprendizagem como o *Hands on* e Sequências de Ensino Investigativas -SEI, outro prisma para os resultados, pois a Aprendizagem Baseada em Problemas-PBL foi muito importante pelos resultados alcançados no diagnóstico e soluções para a comunidade que de forma ativa, o acadêmico fez sua imersão nos problemas comunitários e pode intercambiar informações de forma transversal e real com todos os envolvidos para assim propor melhores soluções (Saviani, 2011; Freire, 1987). A sintetização e o planejamento integrado entre as CCs e propôs uma ampliação dos estudantes ao observar os problemas, não de forma isolada, mas sim de uma forma macro, interligando o conhecimento e soluções da comunidade (Santos; Barra, 2012; Ausubel, 1968; Japiassu, 1976; Bruner, 1978; Piaget, 1980; Freire, 1987; Vygotski, 1991; Piaget, 1998)

Segundo Budd *et al.*, 2005, o planejamento de projetos, quando ocorre utilizando CC de mesmo período letivo, interligam as áreas ao aprendizado na forma horizontal e quando há uma inter-relação entre CC de diferentes períodos letivos, há um aprendizado na forma vertical. Estas escolhas promovem um aprendizado de forma continuada, interligam os conteúdos, problemas e atividades ao longo do percurso formativo por meio de uma construção progressiva do conhecimento. Outra vertente trazida por Bruner (2001) é que qualquer tópico pode ser ensinado de maneira eficaz, desde que seja feito de forma intelectualmente honesta. No entanto, devemos levar em consideração a estrutura deste conteúdo em termos da visualização que o acadêmico teve (Moreira, 1999) e como o PBL, SEI e o *Hands on* poderão trazer aos acadêmicos mais antigos e aos mais novos, um ressignificado para o protagonismo do trabalho em equipe. Isso propõe uma relação intrínseca da importância da ciência, tecnologia e sociedade (Zauith; Hayashi, 2011), norteando a integração dos conteúdos para a melhoria tanto no campo profissional, como no interpessoal.

A extensão promove a interação entre a universidade e a sociedade, contribuindo para a formação, o conhecimento e a transformação social. Onde, a curricularização da extensão, ao integrar as atividades de extensão do currículo dos cursos, valorizam os saberes e as demandas interdisciplinares. Porém, quando se trabalha o projeto integrador, o trabalho acadêmico consegue articular os conhecimentos teóricos e práticos, aplicando-os em situações reais ou simuladas, para solucionar problemas ou propor melhorias em relação aos ODS. Com

isso, a curricularização da extensão na engenharia ambiental favorece a formação de engenheiros ambientais críticos, criativos, comprometidos e capazes

Em uma perspectiva mais qualitativa que a prática integrativa extensionista trouxe, foi a possibilidade de entender o quanto ela foi importante para o aprendizado na construção profissional dos envolvidos. E em resposta a um questionário feito aos participantes, houve alguns pontos negativos como: alojamento, higiene pessoal e refeitório que era no próprio barco, onde muitos não estavam acostumados a dormir em rede, usar banheiro coletivo e uso do refeitório pequeno. Outro ponto negativo da prática foi a disposição final dos resíduos gerados, como o Distrito não havia local adequado para o descarte, a opção foi manter no barco, competindo com as áreas de uso comum, isto gerou um certo desconforto.

Os pontos positivos e avaliados de forma ótima a excelente: foi relativo à integração de turmas, aprendizado na forma prática atrelado a teoria, equipamentos para análise, distribuição das tarefas, tratamento ético dos discentes e docentes, participação dos técnicos, modo e horário das práticas de campo e apresentação final das práticas de campo. Notou-se que a avaliação nestes itens, balizaram muito como a prática integrativa ressignificou o conhecimento teórico em sala de aula, fortaleceu o trabalho em equipe, trouxe o aluno como o protagonista do processo (Japiassu 1976; Fazenda, 2011; Drăghicescu et al., 2013), os professores como facilitadores e orientadores desde o início da prática, ficando como espectadores do resultado trazido pelos estudantes no último dia de apresentação dos grupos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto integrador extensionista, desenvolvido no curso de engenharia ambiental da UFAM, antecede as novas Diretrizes Curriculares instituídas pela Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, que tem evoluído em uma forte ascendência e tendência à valorização de projetos inter e multidisciplinares. Neste contexto, buscando uma aproximação na formação acadêmica com a realidade regional, apresentamos de forma, inter-multi-pluri-transdisciplinar, as teorias e prática estudadas em sala de aula, com maior integração entre os docentes, técnicos, acadêmicos e comunidade.

De modo geral, a prática de campo integrada mostrou ser útil e apta a ser aplicada em qualquer ambiente, pois trouxe a luz no entendimento o elevado potencial que a profissão da engenharia ambiental possui, com a emprego métodos teóricos para soluções práticas, ou mesmo quanto aos desafios a serem enfrentados no cotidiano da profissão. Entendemos que houve de fato aproximação dos aspectos teóricos com a formação acadêmica aplicado a realidade regional, apresentando-se como uma oportunidade e ferramenta primordial para formação acadêmica, ética e aperfeiçoamento metodológico dos discentes e docentes.

Concluimos também que é preciso sempre um planejamento prévio para obtenção de equipamentos, apoio técnico e logístico para as práticas. É notório salientar que o investimento/financiamento é fundamental para ampliação das práticas em campo que proporcionam trocas de conhecimento entre os acadêmicos de

diferentes períodos, direcionando os discentes a oportunidade de identificar, conhecer, entender, descrever e documentar as condições reais que complementam a formação básica e harmonizam uma visão mais holística, na prática do conhecimento, com interação, vivência e análise cotidiana da conjuntura da região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Pró-Reitoria de Ensino de Graduação da Universidade Federal do Amazonas por contribuir para a melhoria da qualidade do ensino, assegurando o desenvolvimento de competências específicas para o exercício profissional, o desenvolvimento de habilidades práticas e a minimização do distanciamento entre teoria e prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIUB, Monica. Interdisciplinaridade: da origem a atualidade. *O mundo da saúde*. São Paulo, Jan/Mar, v. 30, n.1. p. 107-116, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro-RJ, 2004.

AUSUBEL, *David Paul*. Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BAPTISTA, Márcio; LARA, Márcia. Fundamentos de Engenharia Hidráulica. 4ª edição. Editora UFMG. 2016.

BRASIL. Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/DES 11, de 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32, 2002.

BRASIL. Resolução nº. 02, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 26 de abril de 2019, Seção 1, p. 43-44, 2019.

BRASIL. Lei Federal nº 7.470, de 17 de abril de 1945. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, 19 de abril de 1945.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 03 outubro de 2017.

BRUNER, Jerome Seymour. *Cultivating the possible*. Oxford Dedication. March 13th. Harmer, Jeremy. How to teach writing, New York, Longman, 2007.

BRUNER, Jerome Seymour. *O processo da educação*. Porto Alegre: Artmed, 1978.

BOLFARINE, Heleno; BUSSAB, Wilton de Oliveira. *Elementos de amostragem*. Editora Edgard Blücher. p. 290. Edição 1ª Ed. 2005

BUDD, Jim; WAKKARY, Ron. The integration project: a new educational model for interactive product design: validating utility, performance and experience. 2005

CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução. CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 de março de 2005. p. 58-63, 2005.

DAGNINO, Renato; NOVAES, Henrique Tahan.; FRAGA, Lais. O engenheiro e a sociedade: como transformar a sociedade de classes através da ciência e tecnologia. Florianópolis: Insular, 2013.

DRĂGHICESCU Luminita Mihaela; GORGHIU, Gabriel; GORGHIU, Laura Monica; PETRESCU, Ana-Maria. Pleading for an integrated curriculum. *Journal of Science and Arts*, v. 22, n° 1, p. 89-95, 2013.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia. São Paulo. Editora Loyola, 2011.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade: qual o sentido? São Paulo Editora Paulus, 2003.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

JAPIASSU, Hilton. Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Águas & águas: métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

MACHADO, Abnel. História e limites do distrito de Calama. Universidade Federal de Rondônia, Membro do Instituto Histórico e Geográfico/RO. Gente de Opinião, 2008. Disponível em: <http://www.gentedeopinioao.com.br/lerConteudo.php?news=33621>. Acesso em: 09 mar. 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. Teorias de aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

PIAGET, Jean. Lógica e conhecimento científico. Tradutores: Francisco Sardo e Souza Dias, Porto: Livraria Civilização, v. 2. 1980.

PIAGET, Jean. Para onde vai a educação? Tradução de Ivette Braga. 14 Editora Rio de Janeiro: José Olympio, 1998.

SANTOS, Maria Célia Calmon; BARRA, Sérgio Rodrigues. O projeto integrador como ferramenta de construção de habilidades e competências no ensino de engenharia e tecnologia. COBENGE, XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Anais. Belém do Pará, 2012.

SAVERY, J. R. "Overview of Problem-based Learning. The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning", Vol. 1, No. 1, pp. 9-20, 2006

SAVIANI, Demerval. História das ideias pedagógicas no Brasil. Coleção Memória Da Educação. 3. Ed. Rev. 1 reimpressão. Campinas: Autores Associados, 2011.

SOUSA, Juliane Gomes de; PINHO, Maria José de. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade como fundamentos na ação pedagógica: aproximações teórico-conceituais. *Revista Signos*, v. 38, n. 2, dez. 2017.

THIOLENT, Michel. Metodologia da Pesquisa-Ação. 14 edição. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

TRANCOSO, Ralph. Mudanças na cobertura da terra e alterações na resposta hidrológica de bacias hidrográficas na Amazônia. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, Amazonas. 132 p. 2006.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Hidrologia: ciência e aplicação. 3 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS - ABRH, 943p. 2013.

UFAM. Universidade Federal do Amazonas. Resolução N° 079/2018. Regulamenta o projeto pedagógico do curso de bacharelado em engenharia ambiental (diurno versão 2018/2), vinculado ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA/UFAM. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão – CONSEPE. Disponível em: <https://edoc.ufam.edu.br/bitstream/123456789/2577/9/Resolucao-079.2018-Regulamentacao-PPC-Engenharia-Ambiental.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2020.

UNITED NATIONS. General Assembly. Resolution 70/1, 25 september 2015. Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Disponível em: http://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf. Acesso em: 1 set. 2023.

VYGOTSKI, Lev Semionovitch. A formação social da mente. Tradução de Mônica Stahel M. da Silva. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZANCHI, Fabrício Berton; CARVALHO, Ana Luisa Santos de; CRUZ, Raiane Silva da; SILVA Leonilton Cagy; PEREIRA, Rafael Magalhães. Modelo dinâmico de previsão da geração de resíduos sólidos. *Gaia Scientia*, v. 14, n. 4, 31 dez. 2020.

ZAUTH, Gabriela.; HAYASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini. A apropriação do referencial teórico de Paulo Freire nos estudos sobre educação CTS. *Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade*, São Carlos, SP, v. 2, n. 1, p. 278-292, jan./jul. 2011.

Submetido em: 03/08/2023 Aceito em: 28/09/2023