

A descoberta do declínio do banho da bueira no município de Açailândia/MA em projeto de educação ambiental



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.006-107>

Leonardo de Sousa Leal

Mestre em ensino de Física /Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
E-mail: leonardo.leal@uemasul.edu.br

Naele dos Santos Rocha Leal

Especialista em Metodologia de ensino da Língua Portuguesa/Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
E-mail: naelerocha7@gmail.com

Gustavo Carvalho Sousa

Graduando em Gestão Ambiental /Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Alexandre de Sousa Nunes

Especialista em Geopolítica e relações internacionais /Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

André Gustavo Lima de Almeida Martins

Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos/Instituto Federal do Maranhão (IFMA)

Hennos dos Santos Silva

Graduando em Engenharia Civil /Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Pedro Henrique Cutrim

Graduando em Engenharia Civil /Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Wallison Danilo Melo da Silva

Graduando em Engenharia Civil /Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Marcos Gabriel Silva Ribeiro

Graduando em Engenharia Civil /Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Lorray Victória Corrêa Ribeiro

Graduanda em Engenharia Civil /Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo mostrar uma iniciativa dos estudantes do Curso de Engenharia Civil do município de Açailândia/MA em realizar um projeto de Educação Ambiental voltado para conscientizar a população local sobre o uso de fossas ambientais e caixa de gordura, na tentativa de diminuir o lançamento de esgotos domésticos nos riachos próximos a região, mais especificamente ao rio Açailândia. Além desta problemática ambiental, este artigo procurou analisar os efeitos da vazão das águas nas proximidades do “banho da Bueira”, que provocou deslocamento de terras morro à baixo, conseqüentemente gerando assoreamento neste balneário que era tão popular e utilizado pela população deste município para a diversão, pesca, lavagem de louça e roupas. Neste sentido este trabalho vem trazer uma reflexão sobre os efeitos da ocupação desordenada em regiões ribeirinhas que deveriam ser protegidos pelo governo municipal, e que quando não se tem a atenção devida é causado um aumento exorbitante de lixo e esgoto, produzidos geralmente em regiões periféricas e que são levados pelas águas pluviais sem nenhum tipo de tratamento até o rio mais próximo, diminuindo sua qualidade até ficar completamente imprópria para o contato humano.

Palavras-chave: Engenharia Civil, Esgoto, Poluição, Água.

1 INTRODUÇÃO

Na maior parte dos países subdesenvolvidos ocorreu o processo de urbanização de forma desorganizada, impactando na chamada infraestrutura das águas (esgotamento sanitário, águas pluviais e resíduos sólidos), tendo como consequência imediata a poluição no meio ambiente, devido ao



lançando de efluentes diretamente na rede de esgotamento pluvial que por ventura chega aos rios urbanos localizados nas suas proximidades (TUCCI,2005).

A contaminação desses mananciais de água doce, fundamentais para o abastecimento humano, animal e industrial, geralmente é obtido por meios de bombeamento de água de poços subterrâneos, processo muito utilizado para abastecer cidades de pequeno e médio porte, prejudicando sua qualidade e trazendo doenças de todo tipo para a população local.

Contudo, nem sempre esta poluição foi tão intensa. Tempo atrás quando as cidades eram menores, os rios conseguiam recuperar sua qualidade com certa facilidade, mas nos tempos atuais devido ao grande o volume de esgoto produzido pelas cidades, a montante das bacias hidrográficas teve como grave consequência a diminuição da capacidade de diluição desses poluentes o que gerou grandes danos ao meio ambiente e principalmente aos moradores das cidades, pois as jussantes que recebem todo tipo de esgoto e lixo ficam com suas margens abastecidas desse material poluente.

Fazendo uma analogia e utilizando a rua com instrumento de exemplo, pois esta recebe as águas das chuvas, sabemos que a água escoa pelas sarjetas indo em direção às “bocas de lobos” que transportam a água para desembocar nos riachos da região. A vazão suportada por qualquer drenagem de rua asfaltada também tem sua limitação, podendo ser calculada pelo método racional, obedecendo a seguinte fórmula abaixo:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}$$

Sendo:

Q=vazão em m³/s

C=coeficiente de Runoff (adimensional)

I=intensidade da chuva em mm/h

A=área de drenagem(km²)

Para que o sistema de drenagem seja eficiente é necessário que esta vazão produzida pela água da chuva se iguale a quantidade máxima suportável pelo sistema de sarjeta que passam pela “boca de lobo” e posteriormente às galerias até chegar aos riachos. Entretanto, esta capacidade de absorção pelo sistema de micro drenagem é prejudicado pela obstrução causada pelo lixo e entulho que se encontram nas vias públicas, principalmente materiais descartáveis como garrafas do tipo pet, além das embalagens de plásticos de diferentes tipos, provocando um fator de redução eficiente desta vazão nas canaletas podendo até gerar inundações nas localidades próximas em caso de chuva intensa nestas regiões (Fator de Redução, DAEE/CETESB,1980).



Neste sentido, para o cálculo desta vazão de água que desloca por este meio é necessário também conhecer o tempo de concentração em que a água da chuva sai do ponto mais distante até o seu exultório que pode ser o final da bacia hidrográfica ou um meio artificial de drenagem do tipo esgoto, principalmente para saber o tempo de ação que se pode tomar providências em áreas de riscos em relação as suas margens.

Obedecendo a seguinte Equação de Kirpich:

$$t_c = 57. \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$

Onde:

t_c =tempo de concentração em min

L =talvegue em km

Δh =desnível em m

No entanto, este tempo que demora para água da chuva chegar neste sistema de drenagem, vai depender da intensidade média da chuva que cai nesta localidade que varia muito o índice pluviométrico de região para região, sendo necessário montar uma equação conhecida como da chuva, obedecendo os seguintes parâmetros:

$$I_m = \frac{(K \cdot TR)^a}{(t + b)^c}$$

Em que:

I_m =intensidade máxima média de precipitação, mmh^{-1}

TR =período de retorno, anos;

t =duração da precipitação, mim.

K, a, b e c =parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade.

Neste sentido, dependendo desta intensidade da chuva que cai nesta região, pode provocar grandes enxurradas de água levando uma grande quantidade de carga de poluição difusa levada pelos rios próximos pertencentes a esta bacia. Este fato é agravado pela ocupação desordenada do solo urbano em regiões ribeirinhas a essas bacias, como por exemplo loteamentos irregulares ou clandestinos construídos nessas proximidades, gerando mais lixos e esgotos domésticos. Isto provoca uma redução na qualidade da água, exigindo maior tratamento químico para sua purificação que em caso extremo pode se chegar até uma escassez qualitativa, que ocorre quando não há possibilidade de recuperação para o consumo humano.



A ocupação nas áreas ribeirinhas seja de forma regular, autorizada pelos órgãos públicos ou de maneira espontânea através das invasões de áreas protegidas, provocam também o aumento de sedimentos lançados nestes rios, devido principalmente ao desmatamento dessas áreas costeiras que geram erosões, decorrente do aumento da velocidade do escoamento superficial por áreas urbanizadas de grande movimentação de terra.

Contudo o aumento dessa sedimentação nas bacias leva o assoreamento das seções de canalizações da drenagem do curso natural deste rio, com redução da capacidade de vazão desses condutos. Além da possibilidade do surgimento de vegetação nesses bancos de areias e materiais orgânicos que se acumulam em suas margens, obstruindo a passagem da água, podendo gerar inundações nessas regiões ribeirinhas.

Este acúmulo de carga sedimentar é resultado pela mudança do sistema da bacia, devido a mudança no espaço geográfico natural causado pelo processo de urbanização, deixando de ser uma bacia rural que possuía uma maior interceptação vegetal, maiores áreas permeáveis (infiltração do solo), menor escoamento na superfície do solo e drenagem mais lenta para uma bacia urbana que possui superfícies impermeáveis, tais como telhados, ruas e pisos.

Os resultados dessas mudanças nos processos sobre o escoamento são: aumento da vazão máxima e do escoamento superficial, redução do tempo de pico e diminuição do tempo de base. Isto significa que muito mais lixo e água são transportados para os rios em pouco tempo, levando a redução da seção dos rios, aumento da frequência das inundações em locais de maior sedimentação e o aumento da energia e da velocidade do escoamento, podendo produzir verdadeiros cânions que chegam a 30 m de profundidade e a 50m de largura em solos frágeis, ou seja, gerando declinações bastantes elevadas.

Neste sentido, algumas alternativas utilizadas pelos países desenvolvidos para a diminuição deste aumento desta problemáticas e usar critérios mais sustentáveis como respeitar a cheia natural dos rios, não devendo ser aumentada o seu fluxo de água ou ampliada pelos que ocupam a bacia, seja motivada por um simples loteamento, ou um simples aterro urbano, à construção de pontes e rodovias, e fundamentalmente à impermeabilização dos loteamentos, ou seja, o princípio é de que nenhum usuário urbano pode ampliar a cheia natural das bacias hidrográficas.

Além disso, a ocupação do espaço urbano e a drenagem das águas pluviais devem priorizar os mecanismos naturais do escoamento como a infiltração, isto significa: aumentar a recarga; reduzir a ocupação em áreas com lençol freático baixo; preservar a vegetação natural; reduzir a poluição transportada para os rios; reduzir as vazões máximas à jusante e manutenção em sistema de drenagem artificial.

Entretanto, ao contrário dos países desenvolvidos, os governantes brasileiros preferem resolver este tipo de problema de maneira menos eficaz com sensíveis prejuízos para a população, com base no



falso princípio de que “a melhor drenagem é a que retira a água pluvial excedente o mais rápido possível do seu local de origem”.

Os problemas provocados pela falta de saneamento básico e drenagem urbana adequada se repetem por todo o país, sendo muito necessário que os trabalhos investiguem a fundo onde começam as fontes de contaminação das águas doces em regiões urbanas e qual o real tamanho do impacto para a sociedade.

Além disso, deve-se também observar o desmatamento em regiões de várzea e se a população local respeita a distância mínima do código florestal que é de quinze metros das proximidades dos córregos (Lei nº 12.651) de áreas de preservação permanente (APPs), mesmo com atualização em 2021(Lei nº14.285), tendo como consequência o aumento de sedimentos nesses mananciais, ocasionado pela derrubada das matas ciliares que são importantes para proteção do solo nessas áreas ribeirinhas.

As árvores encontradas nessas regiões são fundamentais para o processo de evapotranspiração que ocorre nas folhagens e no solo (cobertura vegetal), produzindo chuvas que penetra no solo abastecendo das nascentes, a qual contribuirá para abastecer a vazão do rio principal. Além disso, a redução da infiltração, por conta da substituição da cobertura natural por áreas impermeáveis, o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo. (FELLENBERG,2012)

Em relação também a poluição biológica da água para fins domésticos, a falta de um sistema de esgotamento sanitário que possibilita coletar e tratar os esgotos antes de ser lançado na natureza é um grande problema não só em todo o Brasil. Uma alternativa viável é o uso de fossas sépticas e caixa de gorduras nas residências dos moradores, amenizando o lançamento de esgoto nesses rios. (FELLENBERG,2012)

As principais fontes de contaminação das águas são as bactérias do grupo coliforme constituindo o indicador de contaminação mais utilizado em todo o mundo, sendo empregado como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões para monitoramento da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, bem como para caracterização e avaliação da qualidade das águas em geral.

O grupo de coliformes estão incluídos os gêneros: Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, Escherichia, etc., sendo que as bactérias do gênero Escherichia são exclusivamente de origem fecal e os demais membros do grupo coliforme podem ocorrer às vezes com relativa abundância no solo e mesmo em plantas.

As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria:



“ § 1o As águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias: a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros; b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros; c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros”. (Art. 02 da Resolução CONAMA nº274(2000)

No entanto, é preciso ter cuidado ao uso desta água quando a poluição estiver evidente como diz o § 4 da mesma resolução: “*d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;*” Além de sujeiras levadas pela água da chuva que podem provocar a deterioração da qualidade das praias ou balneários ficando caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva.

Na tentativa de levantar uma reflexão acerca desta problemática este trabalho propôs aos moradores das áreas observadas incentivar o uso de fossas sépticas e caixa de gorduras nas residências dos moradores analisados, sendo o primeiro com objetivo de reservar um local adequado de armazenamento dos resíduos oriundos dos vasos sanitários e o segundo com a função de reter os resíduos proveniente da pia da cozinha, evitando de jogar pelo ralo detritos orgânicos e inorgânicos como sobras de comida, detergentes e principalmente o óleo de cozinha.

A fim de contribuir para melhoria desta situação, este artigo mostra as etapas de preparação e atuação de um projeto ambiental realizado pelos alunos do sexto período do Curso de Engenharia Civil da UEMASUL-MA, como prática de pesquisa do Curso de Hidrologia, visando o aprendizado do conteúdo desta disciplina de maneira mais significativa buscando soluções reais para o problema em questão.

Em busca de contribuir para esta causa, o projeto procurou conscientizar os moradores da rua Juazeiro (bairro Vila Maranhão), na cidade de Açailândia-MA sobre as fontes poluentes de esgoto sanitário lançadas nos córregos das regiões, incentivando esta população local a usarem fossas sépticas ambientais(bananeira) por serem menos poluentes e a instalação e manuseios de caixas de gorduras nas residências.

Esta rua (Juazeiro) foi escolhida dentre as outras do bairro Vila Maranhão por ser localizar nas margens do riacho de Açailândia, principal bacia hidrográfica da cidade, ficando mais fácil identificar as causas e motivos dos impactos dos problemas ambientais nesta localidade. Com isto, procurou-se fazer uma análise preliminar através de observação da realidade e entrevista com os moradores desta região, na tentativa de entender as mudanças e impactos sofridos no meio ambiente com o passar do tempo devido a ação antropogênica.



Para melhor esclarecimento da poluição atual, realizou-se coleta de água neste ponto do rio Açailândia e foi feito um comparativo com outros dois pontos à montante, aspirando saber se estaria própria para banho (teste de balneabilidade). Além disso, foi analisado outras alterações no espaço provocados pela ação das águas como a de origem pluvial que provoca grandes erosões e soterramento no final da referida rua por não possuir um sistema de micro drenagem eficiente de captação da água da chuva capaz de amortecer a velocidade da vazão no final da rua à jusante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta proposta foi inspirada na Lei do tripé que incentiva a universidade a promover a pesquisa, o ensino e extensão durante a realização das disciplinas (CF/88), neste sentido para cumprir utilizou-se metodologias como apresentação de seminários e desenvolvimento de projetos que ajudam a aplicabilidade do conhecimento adquirido durante o curso a sua realidade local, a seguir será apresentada as etapas desse projeto.

2.1 APRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA E O DESENVOLVIMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Para que o aluno inicie uma pesquisa científica é necessário que possua uma predisposição para aprendizagem, para isto o professor deve criar um ambiente propício que desperte interesse ao aluno a descobertas de alternativas para solução do problema. Neste sentido, no processo de descoberta, o aluno tem que passar pela fase da “ativação”, onde o professor cria um questionamento com um nível ótimo de incerteza (não seja muito ou pouca esclarecedora) que provoque a vontade de explorar o meio pelo estudante e encontrar a resposta correta (BRUNER,2000).

Esta vontade de aprender passa também pela observação de aplicabilidade deste conhecimento em situações reais, ou seja, o fator isolado da aprendizagem mais importante do processo ensino aprendizagem “é o que aprendiz já sabe” (SWELLER,2001). Sendo o conceito mais importante desta teoria e da “aprendizagem significativa”, na qual diz que os conceitos mais específicos são amparados por outros conceitos mais gerais ou relevantes, chamados de “subsunçores”, desenvolvidos através de experiências presenciadas durante seu dia-dia (MOREIRA & MASSINI, 1982, p.7).

Baseado nessas ideias, durante o Curso de Hidrologia foram desenvolvidos conhecimentos prévios para que o aluno tivesse condição de aprimorar os conhecimentos básicos da disciplina até os mais avançados. Dentre as informações apresentadas durante as aulas foi mostrado que a urbanização acelerada provocou uma concentração de pessoas em pequenos espaços urbanos produzindo um efeito direto sobre a infraestrutura de água: abastecimento, esgotamento sanitário, águas pluviais (drenagem urbana e inundações ribeirinhas) e resíduos sólidos.



Esta migração desordenada para as cidades, sem planejamento urbano, provocou a ocupação da população mais carente em áreas vulneráveis da periferia, onde não tem infraestrutura adequada de saneamento básico, geralmente próximos de nascente, florestas e morros, aumentando o desmatamento e a poluição de todo tipo meio ambiente.

Na medida que foi apresentando o conceito de bacia hidrográfica, possibilitou que o professor mostrasse alguns exemplos de microbacias ou subsistemas locais próximos ao campus do Curso de Engenharia Civil como a do rio Açailândia, a qual se encontra a prainha do bairro do Jacu (figura 1), região que favorece o aproveitamento de esquemas de aprendizagem localizados em sua memória, adquiridos durante suas experiências de vida.

Figura 1 – Prainha do Jacu



Fonte: Autoria própria (2023)

Neste sentido, foi discutido o impacto da ocupação desordenada da população carente nas proximidades do rio Açailândia provocando graves erosões e assoreamento devido a derrubada da mata nativa nas margens, além do aumento do esgotamento doméstico lançado em suas águas devido este aumento populacional.

Entretanto, para que o aluno se sentisse seguro na sua pesquisa foi necessário apresentar conceitos iniciais da bacia como: área de drenagem, fator forma, extensão média, volume precipitado, sinuosidade, cota, tempo de concentração e declividade. Posteriormente foi apresentado os parâmetros que rege a equação da chuva, método racional de cálculo de vazão e introdução aos elementos que compõem a micro drenagem (COLISCHONN; DORNELLES,2013)

2.2 A DIVISÃO DOS GRUPOS E O ACOMPANHAMENTO NOS SEMINÁRIOS

A metodologia deste trabalho foi aplicada em uma turma da Engenharia Civil da disciplina de Hidrologia da UEMASUL (Universidade Estadual do Maranhão do Sul) no ano de 2023, divididos em quatro grupos de 5 componentes (totalizando 20 alunos matriculados da turma 2021), pertencente ao sexto período de graduação. Esses grupos receberam temas de estudo que ficaram inicialmente responsáveis em pesquisar e aprofundar nesses assuntos em trabalhos científicos (artigo, dissertações,



teses, revistas e livros), desenvolvendo um conhecimento prévio ou esquema de aprendizagem para que posteriormente tivesse condições para aplicar suas ideias dentro de sua realidade local. Foram divididos os grupos com seus respectivos temas abaixo:

- a) Grupo da água: responsável em conhecer as formas de tratamento da água, as doenças parasitárias relacionadas ao consumo de água imprópria pelos seres humanos devido o lançamento de esgoto doméstico e o entendimento de práticas de análise da água.
- b) Grupo da caixa de gordura: responsável divulgar e conscientizar a população dos benefícios de instalar a caixa de gordura nas residências, evitando lançar gorduras e detritos orgânicos nos esgotos domésticos, ensinando o processo de instalação e limpeza da mesma periodicamente. Além de incentivar a prática complementar como reaproveitamento do óleo de cozinha para produzir sabões orgânicos e a prática da compostagem de sobras alimentares que muitas vezes vão parar no ralo.
- c) Grupo da Fossa ambiental da bananeira: este grupo procurou pesquisar os benefícios destes tipos de fossas em termos de melhorar a contaminação das águas pluviais para que posteriormente criasse um modelo próprio mais acessível e divulgasse a população mais carente da área de estudo as etapas de construção da mesma, explicando também a funcionalidade das fossas no meio ambiente, desestimulando a prática de uso de fossas negras, prejudicando o lençol freático.
- d) Grupo da erosão: este grupo procurou fazer um levantamento de erosões e assoreamento nas proximidades da rua Juazeiro, identificando suas causas, e possíveis soluções, conscientizando a população dos efeitos danosos da prática de jogar lixo e entulhos nestes buracos, incentivando a prática de preservação das matas ciliares.

O preparo para a pesquisa de campo envolveu a apresentação de seminários dos frutos de sua pesquisa, foi pensando nesta metodologia considerando que a auto explanação é uma ótima forma de desenvolver uma carga relevante na memória de longo prazo do aluno (SWELLER,1990), identificando as suas falhas de entendimento durante a sua apresentação, dando oportunidade através da discussão com os professores e os colegas de melhorar o seu trabalho.

2.3 O DESENVOLVIMENTO DOS FOLDERS E O PROCESSO DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

O processo de criação e aplicação do projeto de educação ambiental pelos grupos de estudo, obedeceu às etapas de conhecimento de referências teóricas similares ao seu objeto de estudo, posteriormente o desenvolvimento de metodologias de investigação da pesquisa de campo, para que os alunos sejam capazes depois de sintetizar suas ideias em folders informativos voltado para a conscientização ambiental da população da área de estudo (figura 2). Este trabalho faz parte de um



projeto de Hidrologia, e seu ponto central é voltado para valorização da água, elemento vital para o ser humano, por isso os temas foram guiados para a questão da preservação de sua qualidade, com foco nos rios e os lençóis freáticos nos bairros visitados que servem para abastecimento da comunidade.

Figura 2: Entrevista com os moradores da Rua Juazeiro



Fonte: Autoria própria (2023)

2.4 A COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA DO RIO AÇAILÂNDIA

Durante a realização deste trabalho foi conseguido uma parceria com o IFMA (Instituto Federal do Maranhão) do campus Açailândia que ficou responsável em analisar a qualidade da água em termos de balneabilidade (água própria para banho). Então, houve uma coleta em três pontos do rio Açailândia, um próximo à rua Juazeiro (figura 3), onde ocorreu projeto de conscientização ambiental e os outros dois mais à montante, prainha do Jacu, no bairro Jacu e o balneário da Yasmim no bairro Colina Park. O objetivo seria entender o fluxo de poluição que se movimenta pelas águas do rio e observar a natureza local e suas possíveis poluições.

Figura 3: Coleta de água no rio Açailândia



Fonte: Autoria Própria (2023)

2.5 A ENTREGA DOS ARTIGOS PELOS GRUPOS

No final deste projeto foi solicitado pelo professor aos alunos um relatório técnico em forma de artigo científico mostrando suas conclusões após a pesquisa de campo e as conclusões alcançadas



em relação aos temas discutidos pelos grupos. Onde utilizou-se também como fonte de informações a entrevista com os moradores locais durante a conscientização ambiental, possibilitando o entendimento da mudança do espaço geográfico com o passar do tempo naquela região, devido a alteração provocada pela ocupação humana que teve consequência desastrosa na natureza daquele local, principalmente naquela parte que compõem o rio Açailândia que fica nas proximidades da rua Juazeiro.

2.6 APROFUNDANDO AS FONTES DE POLUIÇÃO E ASSOREAMENTO NO BANHO DA BUEIRA

Após a conclusão do curso da disciplina de Hidrologia juntamente com a finalização do projeto de Educação Ambiental, o professor e alguns alunos resolveram investigar mais a fundo algumas fontes de poluição das águas na região da primeira coleta(amostra 1 e 2), conhecido como o banho da bueira(ver figura 4), um balneário que já foi muito popular na região pela população do município, no período da década de 90, que nos últimos anos vem sofrendo os impactos da poluição, assoreamento e abandono pelo poder público municipal. Neste sentido, foi feito um segundo questionário de perguntas passados aos moradores próximos a localidade no dia 15 de agosto deste 2023, na tentativa de investigar novos focos de poluição desta região e porventura propor soluções.

Figura 4: Balneário bueira



Fonte: Aatoria Própria (2023)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa de campo, realizado no dia 15 de junho deste ano, os grupos de pesquisa dos estudantes, realizaram entrevista com os moradores sobre os seus respectivos objetos de estudo e tiraram fotos que mostrassem os principais problemas ambientais nesta localidade. O grupo das águas realizou as seguintes perguntas aos moradores:

- 1- Na sua opinião, qual a importância da água para a população?
- 2- Na sua opinião, qual a principal causa da poluição da água?



- 3- Você sabe os possíveis efeitos do consumo de água contaminada?
- 4- O que fazer para evitar a poluição hídrica?
- 5- Você acha que contribui para a não poluição dos rios?

Dentre as perguntas realizadas à cinco moradores deste grupo, todos concordaram que a água é um recurso importantíssimo para a manutenção da vida (100% na pergunta 1), identificando que a principal causa da poluição do rio Açailândia é o lançamento de esgoto doméstico (80% na pergunta 2) e jogar lixo (20% na pergunta 4). No entanto não sabem como evitar este tipo de poluição lançadas no meio ambiente nem os efeitos negativos no contato com a água contaminada (60% não sabem responder a pergunta 3 e 4).

Esses resultados do primeiro vêm coincidir com os do grupo da caixa de gordura que fizeram entrevista com dez moradores no total, mostrando que 80% admitiram não saber o que é uma caixa de gordura e sua relevância para a sustentabilidade, tendo alguns moradores (30%) demonstrando interesse em instalar uma caixa de gordura, porém, muitos deles mencionaram a falta de recursos como um obstáculo para a implementação desse dispositivo.

O grupo da fossa constatou que os moradores sabem o que é uma fossa séptica comum e que contribuem para o tratamento de esgoto (75%), mas não sabem a respeito de fossas ambientais do tipo de bananeira (100%).

Na investigação de campo pelo grupo da erosão notou-se uma grande cratera no final da rua, além da mesma não apresentar sistema de saneamento básico de águas pluviais. Outro problema foi os entulhos jogados na cratera pela população é o total desconhecimento do entendimento das voçorocas, na importância da mata ciliar para preservação do rio durante as entrevistas (100% dos entrevistados), mas identificando que a paisagem do antigo balneário da região foi diminuindo sua profundidade.

Este balneário local (amostra 1 e 2) foi um dos primeiros pontos de coleta de água, além da Prainha do Jacu (amostra 3 e 4) e o balneário da Yasmin (amostra 5 e 6) nas proximidades do mesmo rio, totalizando seis amostras, dois de cada local. Essas amostras foram analisadas pelo laboratório do IFMA-Açailândia (ver figura 4), o exame foi de coliformes fecais termotolerantes que dá o resultado se as águas estão próprias para banho ou não.



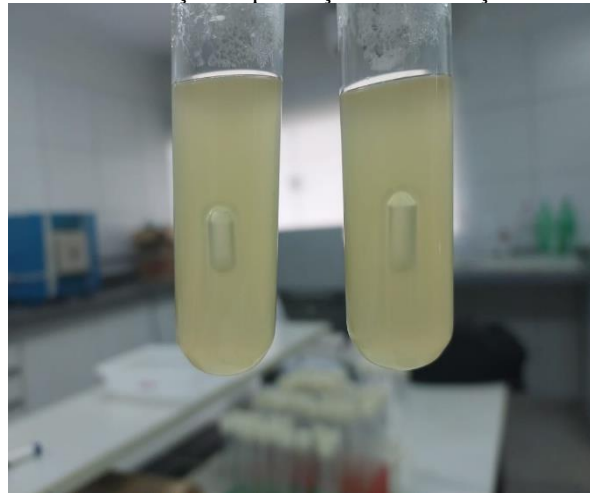
Figura 5: Análise de coliformes fecais - laboratório do Ifma



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Esta técnica consiste identificar as bactérias do grupo coliforme que constituem o indicador de contaminação mais utilizado em todo o mundo, sendo empregado como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões para monitoramento da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, bem como para caracterização e avaliação da qualidade das águas em geral. O objetivo do teste termotolerantes é observar se a água apresenta os bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, que fermentam a lactose com produção de ácido e gás em 48 horas a 35°C, conforme a figura abaixo.

Figura 6: a confirmação da presença de fermentação de bactérias



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Segundo o art. 2 da Resolução CONAMA n°274(2000) a água dos três pontos analisados, apresenta quantidades inferiores a 250 partículas de coliformes em cem milímetro de água, sendo classificado como de excelente qualidade para banho (ver tabela 1).



Tabela 1: Resultado dos coliformes fecais

	Teste termotolerantes (NMP/100ml)
Título	Coluna 1
Amostra 1	80
Amostra 2	3
Amostra 3	3
Amostra 4	3
Amostra 5	3
Amostra 6	3

Fonte: Fonte: Autoria Própria (2023)

Apesar das amostras de água coletadas possuírem valores baixos de coliformes, todavia a amostra 1 apresentou um valor máximo de 80 NPM, sendo resultado totalmente de acordo com sua localização, já que o mesmo é mais jusante em relação aos outros postos de coletas, onde se encontrou bastante focos de lixo plásticos e orgânicos levados pela correnteza do rio até a este ponto. (Ver figura 7)

Figura 7: lixos plásticos levados pela correnteza



Fonte: Autoria Própria (2023)

Em relação aos resultados encontrados no banho da bueira, obtidos após ao período de educação ambiental que ocorreu no dia 11 de agosto, foram feitas novas perguntas aos moradores locais (14 entrevistados no total), na tentativa de aprofundar sobre as problemáticas ambientais encontradas inicialmente no local.

- 1) Quanto anos mora nesta residência?
- 2) Qual a distância de sua casa ao brejo?
- 3) Você preserva a vegetal nativa no seu quintal?

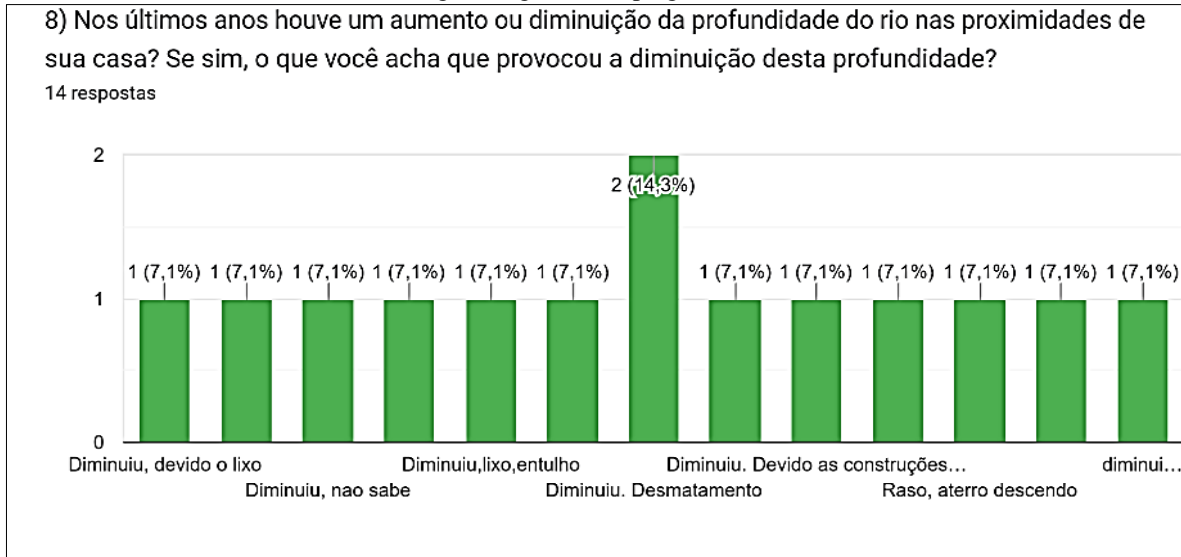


- 4) Você já plantou árvores no seu quintal?
- 5) Você sabe qual a importância das matas ciliares (vegetação) próximas aos rios?
- 6) Você sabe que é olho d'água e qual sua importância para o rio?
- 7) Você considera nos últimos anos aumentou ou diminuiu os olhos d'águas nesta região?
Qual foi motivo deste aumento ou diminuição?
- 8) Nos últimos anos houve um aumento ou diminuição da profundidade do rio nas proximidades de sua casa? Se sim, o que você acha que provocou a diminuição desta profundidade?
- 9) Você já tomou banho na Bueira? Se sim, em que período você tomou seu último banho?
- 10) Atualmente você considera a água da bueira de boa qualidade para banho e consumo?
- 11) Em algum momento o banho da bueira foi popular entre as pessoas da região? Se sim, em que período?
- 12) Você acha que o banho da bueira poderia ser um ótimo ponto turístico?
- 13) Na sua casa possui fossa séptica? Se não, o esgoto produzido do banheiro vai para onde?
- 14) O esgoto produzido na pia vai para onde?
- 15) Na sua rua possui algum tipo de erosão ou voçoroca? Se sim, o que você considera a sua causa?
- 16) Caso sua rua tenha erosão, costumasse jogar lixo para fechar buracos?
- 17) Na sua rua possui saneamento básico, apresenta bocas de lobos? Se sim quantas bocas de lobos tem na sua rua?

Nesta perspectiva foi possível concluir o que já foi notado inicialmente na primeira visita a presença de barrancos de areia, vegetação e lixo, diminuindo visualmente a profundidade do rio e prejudicando sua circulação natural, sendo confirmado pelos depoimentos dos moradores locais que afirmaram de forma unânime que nos últimos esta região do rio ficou rasa devido ao lançamento de entulhos, lixo, aterro nas suas margens sendo levados pela água da chuva até ao balneário aterrando o mesmo (ver figura 8).



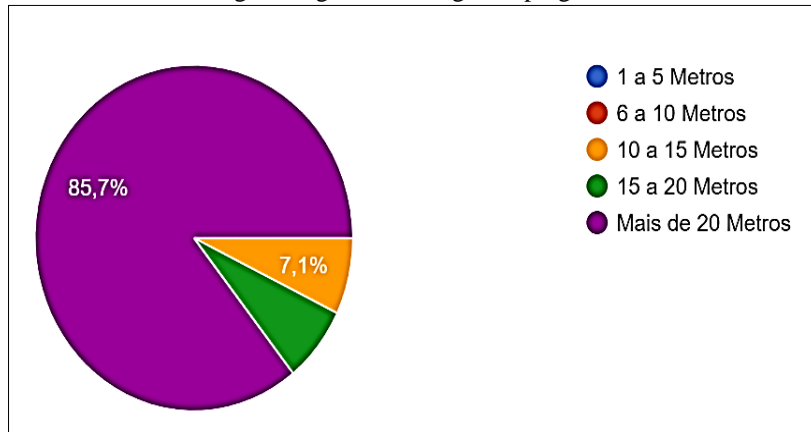
Figura 8: gráfico da pergunta oito



Fonte: Autoria Própria produzida pelo Google formulário (2023)

Ao perguntar a distância do fundo de sua casa a maioria disse que é mais de vinte metros, respeitando o mínimo exigido pela legislação ambiental que é de 15 metros.

Figura 9: gráfico da segunda pergunta

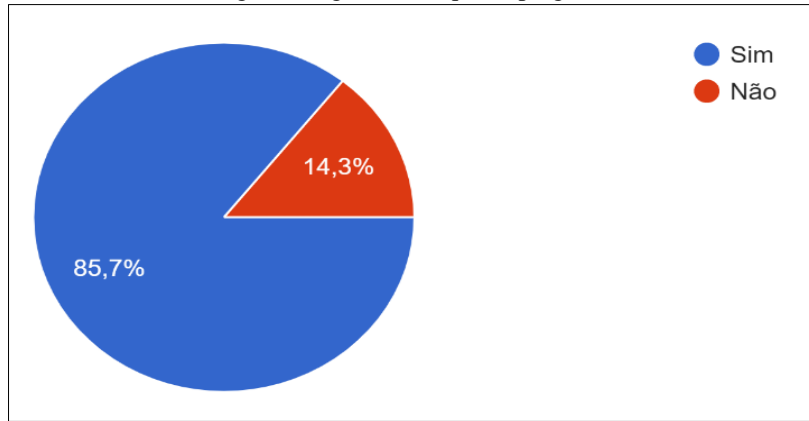


Fonte: Autoria Própria produzida pelo google formulário (2023)

A maioria também dos entrevistados afirmou que preservam as árvores nativas do seu quintal, desta época do início de sua ocupação e que também contribuíram plantando algumas árvores frutíferas (57,1%), afirmando saber da importância da preservação da mata de várzea.



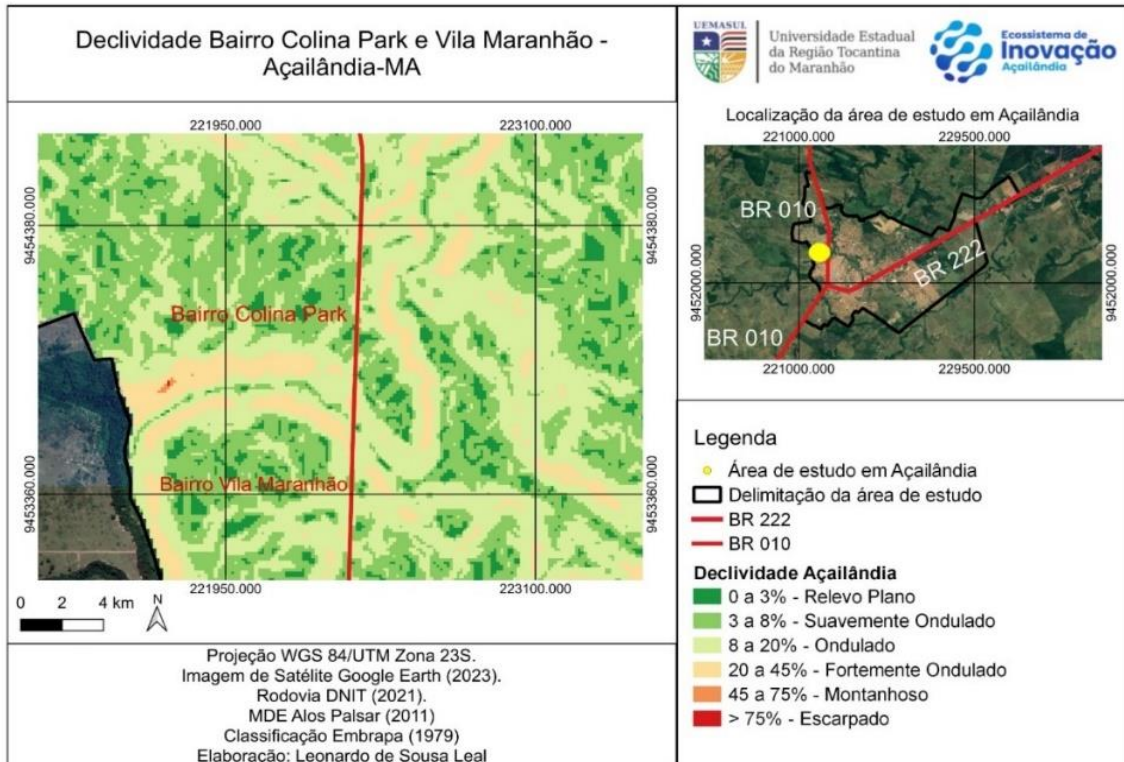
Figura 10: gráfico da quinta pergunta



Fonte: Autoria própria produzida pelo Google formulário (2023)

Entretanto, mesmos alguns moradores tomam iniciativa de preservar o meio ambiente, um parte dos entrevistados afirmaram que o desmatamento nessas regiões aumentou nos últimos anos, contribui para o processo de assoreamento, principalmente devido esta região ser altamente ondulada com declividade média de 20 a 45%, recebe uma grande quantidade de sedimentos providas de outras localidades mais à montante do rio, diminuindo drasticamente o fluxo natural do movimento dessas águas quando chegam na parte onde se localizam dois grandes bueiros que atravessam a BR 010, numa alteração no meio natural criado pelo homem na tentativa não de prejudicar o trajeto e a velocidade da correnteza do rio.

Figura 11: Declividade do bairro Colinas Park e Vila Maranhão

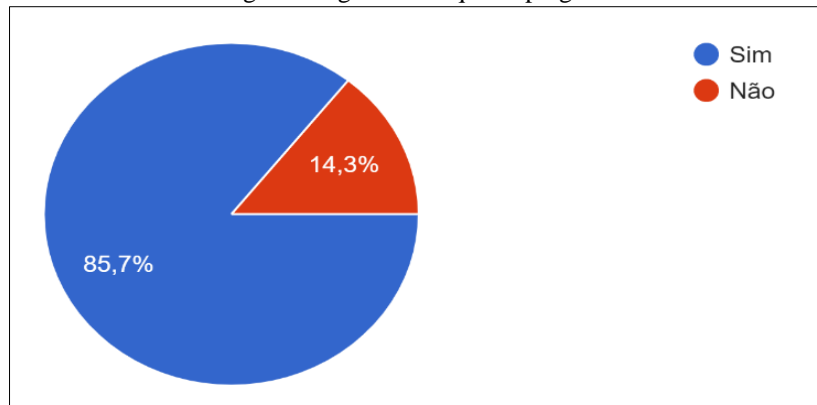


Fonte: Autoria Própria produzida pelo aplicativo QGIS (2023)



Conforme falado a ação antropogênica do meio pode acelerar o processo de assoreamento, na medida que aumenta o desmatamento na região de várzea, consequentemente soterrando os olhos d'água (fontes naturais) do rio prejudicando o processo natural de evapotranspiração e infiltração das águas da chuva para o lençol freático, através do processo de impermeabilização do solo.

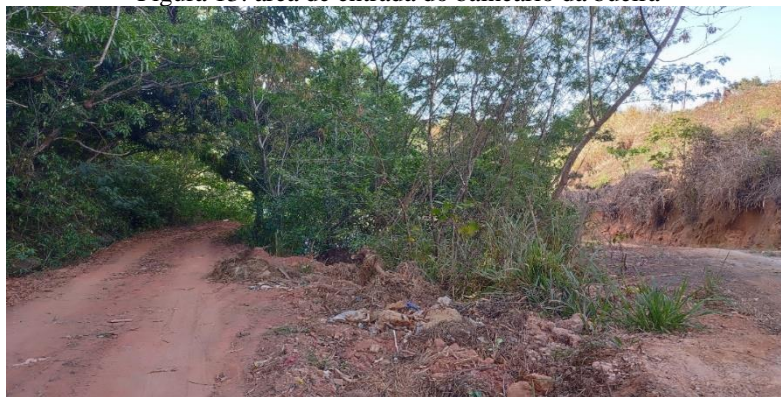
Figura 12: gráfico da quinta pergunta



Fonte: Autoria Própria produzida pelo google formulário (2023)

Esta substituição de zonas naturais de proteção ao redor do balneário pode contribuir para o aumento de águas pluviais que porventura geralmente levam esgoto, entulhos e aterros pela água da chuva, como podemos observar na imagem abaixo, na entrada do balneário onde a prefeitura local desmatou e aterrou área de proteção permanente (APP), para a permissão de entrada de caminhões pipa.

Figura 13: área de entrada do balneário da bueira



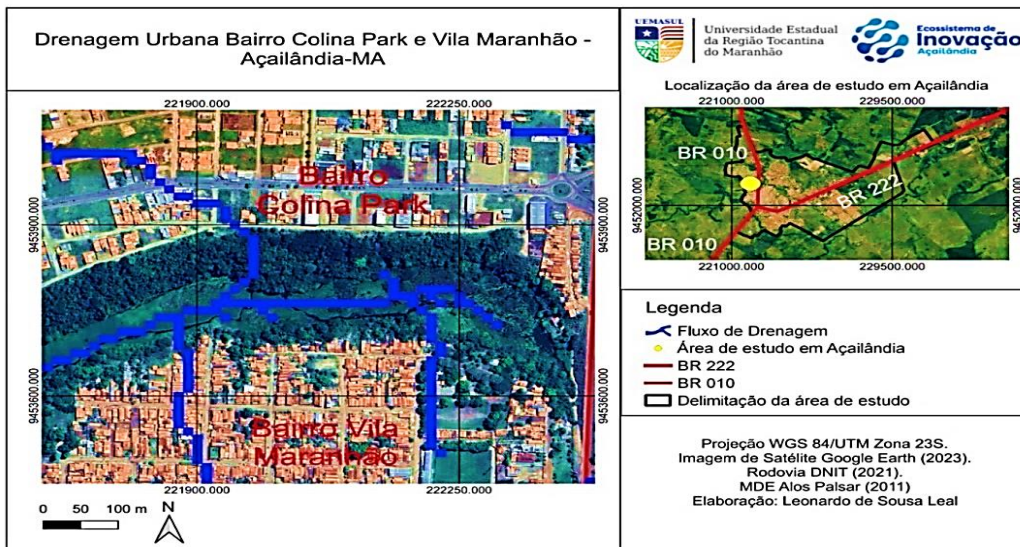
Fonte: Autoria Própria (2023)

Uma grande reclamação colhida nas entrevistas nas proximidades do balneário da bueira é que a construção do Conjunto Colinas Park contribuiu para aumento de sedimentos lançados no rio e a diminuição da abundância de água (60%), além de inundações em regiões mais baixas em locais onde não ocorriam anteriormente a construção do loteamento. Isto traz evidências que a construção do condomínio de 1,34km² na margem esquerda do balneário, prejudicou o processo de infiltração,



substituindo o solo natural por asfalto e concreto aumentando a vazão de águas pluviais desse conjunto em direção à bueira.

Figura 14: mapa de fluxo de drenagem em área estudo



Fonte: Autoria Própria produzido pelo aplicativo QGIS (2023)

De acordo com a imagem acima uma grande quantidade de água desce pela mata ciliar provinda do conjunto, com uma declividade média de 24%, alcançando um desnível máximo de 176 metros de queda, apresentando uma grande energia hidráulica, capaz de provocar erosões na parte de cima do conjunto sendo levado morro abaixo até o balneário, conforme a figura abaixo, principalmente se o sistema de drenagem for ineficiente.

Figura 15: (a) sistema de canaletas sem manutenção; (b) presença de erosões no conjunto Colinas Park



Fonte: Autoria Própria (2023)



Outro ponto observado de movimento acentuado das águas pluviais é a rua Dom Pedro II que recebe também uma grande quantidade de água da chuva provida da rua acima (Rua Dom Pedro I) e da sua própria extensão, se encontrando no final com a rua Juazeiro que conforme já visto neste trabalho, que favorece um grande movimento de terra que por sua vez se desemboca no riacho abaixo.

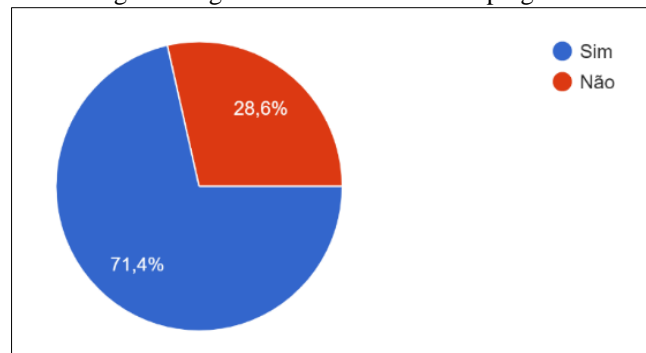
Figura 16: cruzamento de fluxo de água proveniente da rua Dom Pedro e Rua Juazeiro em ponto de intersecção onde se localiza a erosão



Fonte: Google Earth (2023)

De acordo com a pesquisa, foi confirmado que uma grande quantidade de terra, entulho e lixo era jogado pela população na tentativa de controlar a erosão encontrada no final da rua Juazeiro.

Figura 17: gráfico da décima e sexta pergunta



Fonte: Autoria Própria produzida pelo google formulário

O movimento desordenado favorece a presença de sedimentos neste local, sendo empurrados pela grande quantidade de água que se desloca pela sarjeta em somado pelas três ruas, indo parar no banho da bueira, sendo confirmado pela população local que considera que a água da chuva é responsável pela erosão no final da rua (100%).



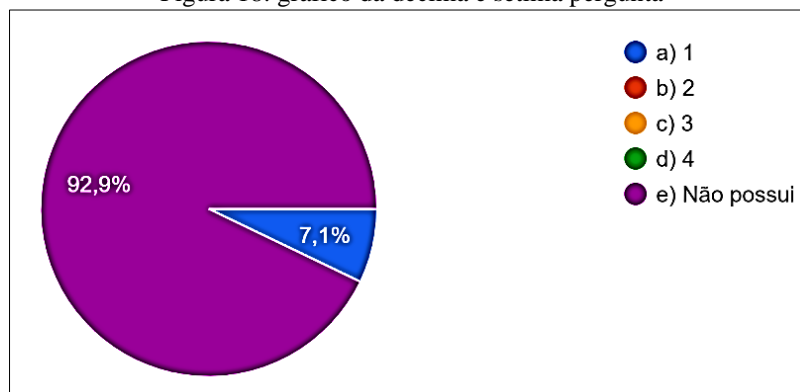
Tabela 2: Resultados de vazão e velocidades encontrados pelo método racional

RUA	INCLINAÇÃO	vazão	velocidade
JUAZEIRO	1,098%	70 l/s	4,14km/h
DOM PEDRO I (ESTÁDIO)	1,79%	260 l/s	6,8km/h
DOM PEDRO II	7%	66 l/s	8,1km/h

Fonte: Aatoria própria (2023)

Este processo poderia ser amenizado se possuísse um sistema de saneamento básico eficiente que amortecesse as forças das águas, não apresentando nenhuma ou única boca de lobo que poderia contribuir para este processo.

Figura 18: gráfico da décima e sétima pergunta

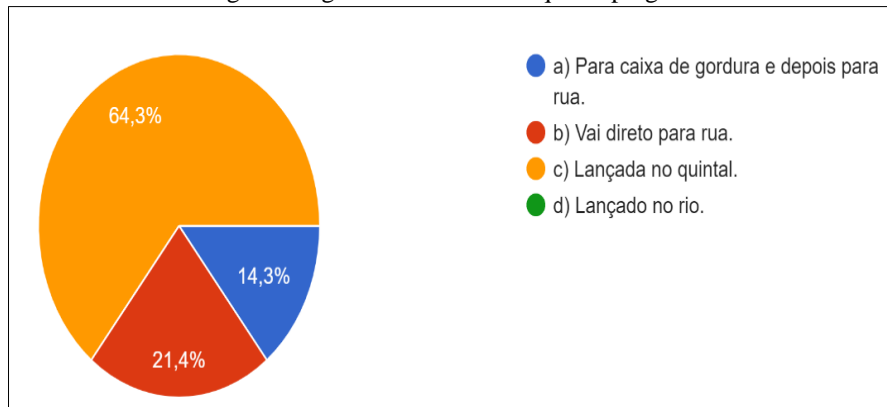


Fonte: Aatoria Própria produzida pelo google formulário

A falta de esgoto apropriado com um coletor único que recebe água da chuva e esgoto doméstico provindas da pia que flui pelas vielas, contaminam o meio ambiente e as pessoas que andam pela rua (21,4%) ou quando na maioria das vezes colocam os canos no fundo do quintal escorrendo este material até o rio abaixo (64,3%).



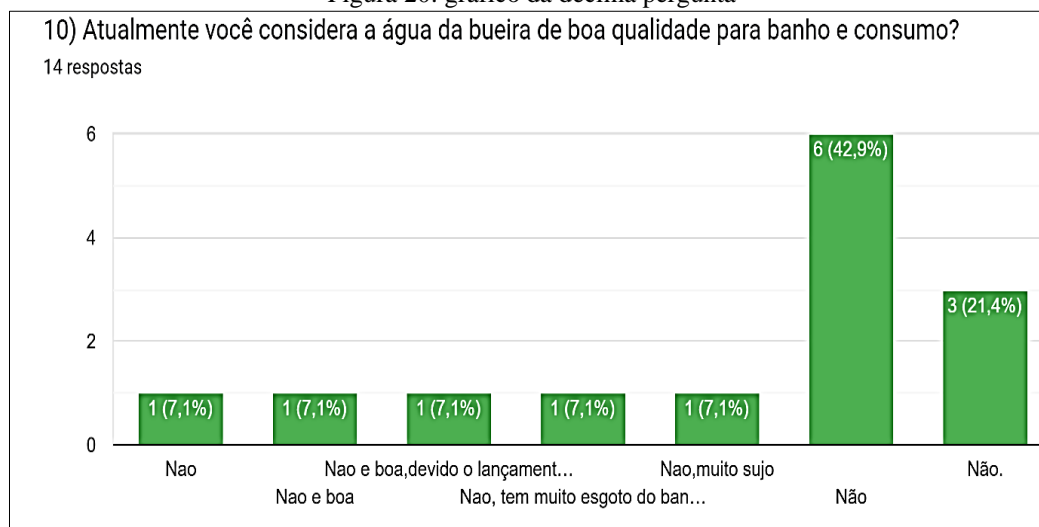
Figura 19: gráfico da décima e quarta pergunta



Fonte: Autoria Própria produzida pelo google formulário

O mesmo acontece com o esgoto produzido no banheiro que geralmente as fossas sépticas se encontram no quintal (64,3%), muito das vezes mal instaladas, apresentando vazamentos sobre o solo, além de fossas negras que polui diretamente o lençol freático e as fontes de abastecimento de água da população (35,7%). Neste sentido, o fato da maioria das casas lançarem seus esgotos diretamente para o rio, fez a população local ter desconfiança em relação a qualidade da água, tendo para banho quanto para consumo (100%) e não tomarem banho no balneário da bueira, numa média de 10 a 15 anos.

Figura 20: gráfico da décima pergunta



Fonte: Autoria Própria produzida pelo google formulário (2023)

Além dessas fontes de poluição ambiental, produzidos pelos moradores locais, em outros pontos ao longo da BR 010 outros focos de contaminação que poderiam contribuir para aumento de índice de coliformes fecais e outras substâncias poluentes.



Figura 21: fontes de poluição encontrados na BR 010 nas proximidades do banho da Bueira



Fonte: Google Earth

Um desses focos são os esgotos domésticos das residências e comércio localizados próximos à praça da Bíblia despejados diretamente na rua, com isso, todo efluente líquido percorre para áreas mais baixas do bairro que chegam até o rio. Nas fotos é possível identificar que a partir deste ponto o esgoto percorre por canaletas descobertas contendo lodo, odor forte e coloração escura (figura 22).

Figura 22: foco de esgoto doméstico em direção ao balneário bueira



Fonte: Autoria Própria (2023)

As imediações do rio ainda conta com esterco de porcos, localizados na entrada do balneário, gerando substâncias nocivas a água como gás sulfúrico, amônia e substâncias orgânicas, contribuindo para o processo de eutrofização e novas erosões nas margens da BR 010, devido a deficiência de drenagem da água da chuva que escoo diretamente por canaletas antigas e sem manutenção em direção ao rio.



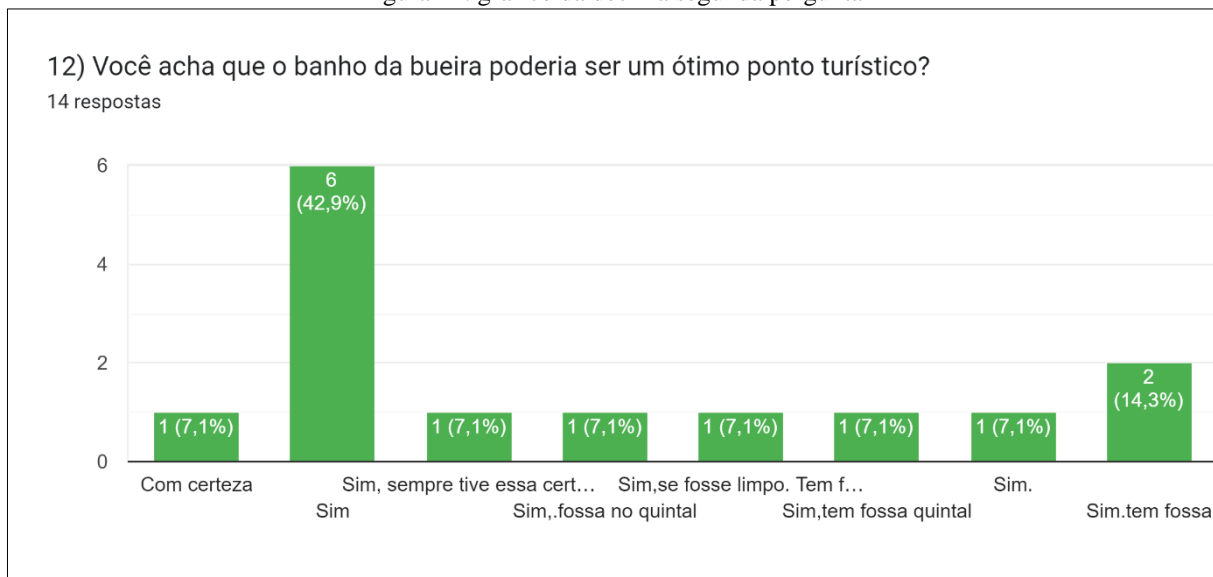
Figura 23: (a) criação de porco próximo ao rio; (b) erosões encontradas as margens da BR010



Fonte: Autoria Própria (2023)

Numa média de 22 anos em que moram na mesma residência, os entrevistados recordam com nostalgia os tempos bons do banho da bueira em que a população local usava suas águas para lavar roupa, levando a família para passar o dia, refrescando do calor em suas águas frias e cristalinas, trazendo muito alegria para as crianças que lá viviam se divertindo em suas águas. Quando foi perguntado que o balneário da bueira poderia ser um ótimo ponto turístico para a cidade, a maioria disse que sim, se resolvesse o problema de esgoto doméstico lançado em suas águas, podendo ser usado também para atrair turistas para a cidade, já que se encontra nas proximidades do centro da cidade, servindo como uma fonte de renda que poderia contribuir para geração de empregos para as famílias locais, como no passado ocorreu.

Figura 24: gráfico da décima segunda pergunta



Fonte: Autoria Própria produzida pelo google formulário



Entretanto, no período de 2005 a 2009, conforme relato pelos moradores, este banho que era tão popular começou a ser cada vez menos frequentado, coincidentemente foi o período de muitas alterações no espaço geográfico local quando ocorreu a construção de condomínios e ocupação desordenada em suas margens, provocando a intensificação do desmatamento.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou incentivar a prática de projetos voltados para educação ambiental dentro das Universidades Públicas, pois essas metodologias tem a capacidade de direcionar os estudantes do curso de engenharia a observarem os problemas reais encontrados na sociedade, procurando de alguma forma contribuir para amenizá-los, na medida que contribuem para encontrar soluções práticas, acessíveis, além de ajudar a conscientizar a população a exercerem práticas do dia a dia voltadas para a diminuição da contaminação ambiental como por exemplo, o uso de caixas de gorduras e fossas sépticas nas residências próximos dos rios, evitando com isto o derramamento de esgoto doméstico lançados nos esgotos que correm para o rios urbanos.

Os questionários utilizados para entrevistar os moradores da rua Juazeiro mostraram a total falta de entendimento sobre este assunto, mas ao mesmo tempo serviu para ilustrar que muitos moradores, apesar de poucas condições financeiras, tinham vontade de contribuir de alguma forma para a melhor preservação do meio ambiente local, principalmente pelo fato de observar as mudanças drásticas nos últimos anos na paisagem em que vivem, prejudicando sua qualidade de vida.

Os resultados de mostras das águas do Rio Açailândia, feitas no laboratório do Instituto Federal do Maranhão/IFMA mostraram que apesar de toda força poluente, o rio apresenta uma certa qualidade, dando esperança a todos os interessados que a acreditam que um dia se possa reverter a realidade atual, pois segundo muitos dos entrevistados, bastaria para isto um esforço do governo municipal em criar mais projetos de educação ambiental e principalmente melhorar o sistema de saneamento básico nas ruas próximas aos mananciais, criando um sistema de micro drenagem eficiente que possa diminuir o impacto do lançamento de esgoto doméstico e de águas pluviais no rio Açailândia.



REFERÊNCIAS

- ANAIS X SBSR, 1., 2001, Foz de Iguaçu. Análise Multitemporal do Município de Açailândia Maranhão. Foz de Iguaçu: Inpe, 2001. P. 631
- BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996. BRASIL.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.
- BRASÍLIA, DF: SENADO FEDERAL, 2016.
- BRUNER J. A cultura da Educação. 70. ED. São Paulo: Almedina Brasil, 2000.
- COLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Porto Alegre: Cobrape, 2013.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2000. Resolução nº 274, 29 de novembro de 2000. Ministério do Meio Ambiente
- DAEE / CETESB – Drenagem Urbana - Manual de Projeto. 2ª Edição. 1980. São Paulo -SP.
- FELLENBERG, Gunter. Introdução aos problemas ambientais. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2012.
- LEI nº 12.651, de 29 de dezembro de 2021. Institui o novo código florestal brasileiro.
- LEI nº 14.285, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.
- MOREIRA MA, Masini E. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. 1. ed. São Paulo: Moraes, 1982.
- SWELLER, J., P., TIERNEY, P. CHANDLER, e M. COOPER. “ *Cognitive load and selective attention as factors in the structuring of technical material.*” Journal of Experimental Psychology, 1990: 176-192.
- SWELLER, JOHN. “*Cognitive Load During Problem Solving: Effects on learning.*” Cognitive Science, 1988: 257-285.
- TUCCI, Carlos E. M.. Gestão de águas pluviais urbanas. Rio Grande do Sul: Unesco-Ufrs, 2005.