

Impactos ambientais e qualidade microbiológica da água do Rio Açailândia, localizado na cidade de Açailândia, Estado do Maranhão**Environmental impacts and water microbiological quality from Rio Açailândia, in Açailândia town, Maranhão State, Brazil**

DOI:10.34117/bjdv6n10-708

Recebimento dos originais: 30/09/2020

Aceitação para publicação: 30/10/2020

Michael Douglas Roque Lima

Doutorando em Ciência e Tecnologia da Madeira
Universidade Federal de Lavras - UFLA
Campus Universitário, Lavras-MG, CEP: 37200-000
E-mail: lima_florestal@outlook.com

Tatiana dos Santos Silva

Mestranda em Ciências Agrárias
Universidade Federal do Piauí - UFPI
BR 135, km 3, Planalto Horizonte, Bom Jesus-PI, CEP: 64900-000
E-mail: tatianasantossilva@live.com

João Firminiano da Conceição Filho

Mestre em Desenvolvimento Regional e Socioespacial
Universidade do Estado do Maranhão - UEMA
Cidade Universitária Paulo VI, s/n, Tirirical, São Luís-MA, CEP: 65055-970
E-mail: filho.10@bol.com.br

Felipe Alexandre Rizzo

Doutorando em Ciências Ambientais
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP
Avenida Três de Março, 511, Aparecidinha, Sorocaba - SP, CEP: 18087-180
E-mail: feliperizzo@ifma.edu.br

Sylvia Letícia Oliveira Silva

Doutora em Agronomia
Instituto Federal do Maranhão - IFMA
Avenida dos Curiós, s/n, Vila Esperança, São Luís - MA, CEP: 65095-460
E-mail: sylvia.leticia@ifma.edu.br

Delineide Pereira Gomes

Doutora em Fitotecnia
Instituto Federal do Maranhão - IFMA
Avenida dos Curiós, s/n, Vila Esperança, São Luís - MA, CEP: 65095-460
Email: delineide.gomes@ifma.edu.br

André Gustavo Lima de Almeida Martins

Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Instituto Federal do Maranhão - IFMA

Rua Projetada, s/n, Vila Progresso II, Açailândia - MA, CEP: 65930-000

E-mail: andremartins@ifma.edu.br

RESUMO

Os impactos ambientais são considerados os principais fatores que influenciam negativamente o ambiente natural. Quando ocorrem nos cursos de rios tornam-se ameaças à saúde pública e contribuem para a perda de biodiversidade. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar de forma simplificada os impactos ambientais e a qualidade da água do Rio Açailândia, um importante recurso hídrico da cidade de Açailândia, Maranhão. Foi aplicado um questionário de avaliação de impactos com parâmetros de fácil visualização em campo, em 3 pontos estabelecidos (P1, P2 e P3), ao longo do trecho de ocorrência do Rio. Além disso, análises microbiológicas foram realizadas nos três pontos mencionados para analisar a qualidade da água do rio. Constatou-se que o rio é influenciado negativamente pela alta quantidade de efluentes lançados neste corpo d'água. Além disso, foram observadas erosões com risco de escorregamento, lixo no entorno e dentro do Rio, e indícios de vandalismo. Essas observações mostram que o rio, nos três pontos avaliados, apresenta alto impacto ambiental associado. A análise microbiológica evidenciou que apenas um ponto estava fora dos padrões de potabilidade. Assim, destaca-se a necessidade de mitigação dos impactos ambientais sob o Rio Açailândia por meio da recuperação da mata ciliar, políticas públicas voltadas a essa causa e a sensibilização da população ribeirinha.

Palavras-chave: recurso hídrico, degradação ambiental, pressão antrópica, educação ambiental.

ABSTRACT

Environmental impacts are considered the main factors that negatively influence the natural environment. When they occur on river courses, they become threats to public health and contribute to the loss of biodiversity. Thus, the objective of this work was to evaluate in a simplified way the environmental impacts and the water quality of the Açailândia river, an important water resource in the city of Açailândia, Maranhão. An impact assessment questionnaire was applied, with parameters that are easy to see in the field, at 3 established points (P1, P2 and P3), along the stretch of occurrence of the river. In addition, microbiological analyzes were carried out at the three points mentioned to analyze the water quality of the river. It was found that the Açailândia river is negatively influenced by the high amount of effluents discharged into this body of water. In addition, erosions with risk of slipping, garbage in and around the river and signs of vandalism were observed. These observations show that this river, at the three points evaluated, has a high associated environmental impact. The microbiological analysis showed that only one point was outside the standards of potability. Thus, the need to mitigate environmental impacts under the Açailândia river through the recovery of riparian forest, public policies aimed at this cause and the awareness of the riverside population is highlighted.

Keywords: water resource, environmental degradation, anthropic pressure, environmental education.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional aliado a expansão das atividades industriais promoveu a elevação do consumo de matéria prima e dos resíduos associados, culminando na degradação ambiental dos

recursos naturais. Esse crescimento desenfreado afeta negativamente os ecossistemas por meio de seus impactos ambientais, especialmente por interferir nas características da biota local (BORGES et al., 2003; SILVA et al., 2020).

Os impactos ambientais são conceituados como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986). Além da ação humana, Amabis e Martho (2004) destacam o desenvolvimento industrial como causa importante dos impactos ambientais.

O Estado do Maranhão apresenta uma política ambiental deficiente, embora seja um estado com recursos naturais abundantes. A questão ambiental no estado é extremamente desvalorizada, especialmente em um período que o mundo busca por ambientes ecologicamente mais saudáveis. Um exemplo de município maranhense com política ambiental frágil que tem apresentado impactos ambientais significativos em detrimento do crescimento demográfico, é o município de Açailândia, que tem sua economia baseada no comércio, indústria moveleira, siderurgia, agricultura e pecuária.

Nesse município maranhense, tem-se como impacto ambiental frequente o assoreamento de rios e seus afluentes como consequência da supressão da vegetação ciliar, denominada como Área de Preservação Permanente (APP), que é protegida pelo Código Florestal (Lei N° 12.727), de 17 de outubro de 2012 (BRASIL, 2012). Essas áreas apresentam a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. A remoção desse tipo de vegetação pode contribuir para o aparecimento de erosões devido ao contato direto da água no solo e o assoreamento dos rios (SMA, 2000; PAULINO, 2005; FREITAS et al., 2013). Como consequência, os rios apresentam profundidade e vazão reduzida, suportando menos água (SILVA et al., 2018).

A poluição dos recursos hídricos no município de Açailândia também é provocada pelo despejo de esgotos domésticos sem tratamento prévio. Como consequência dessa ação humana, ocorre o aumento do teor de contaminação do recurso hídrico, diminuindo a qualidade da água, tornando-a imprópria para o consumo (INFOPEDIA, 2003). Esse problema ocorre pela ausência de saneamento básico, onde o esgoto afeta negativamente a qualidade das águas desse rio. Além disso, a falta de saneamento representa um risco às águas subterrâneas pela infiltração por fossas sépticas e pelo vazamento de redes de esgoto. Este quadro é especialmente crítico nas cidades em que existe uma elevada densidade populacional (ZOBY et al., 2008).

A água poluída é um importante veículo na transmissão de uma variedade de doenças e sua qualidade microbiológica é um fator indispensável para a saúde pública. O monitoramento das condições sanitárias de águas para consumo é realizado através de análises das bactérias do grupo coliforme, que atuam principalmente como indicadores de poluição fecal (APHA, 1985). A ingestão de água contaminada tem aumentado o número de internações hospitalares, merecendo uma atenção especial, pois a água de consumo humano é um dos importantes veículos de enfermidades diarreicas de natureza infecciosa, o que torna primordial a avaliação de sua qualidade microbiológica (SANTOS et al., 2013). Além disso, a ingestão de água contaminada tem culminado em infecções do trato intestinal, tais como febre tifoide, disenteria bacilar, amebíase e o cólera (BRASIL, 2005).

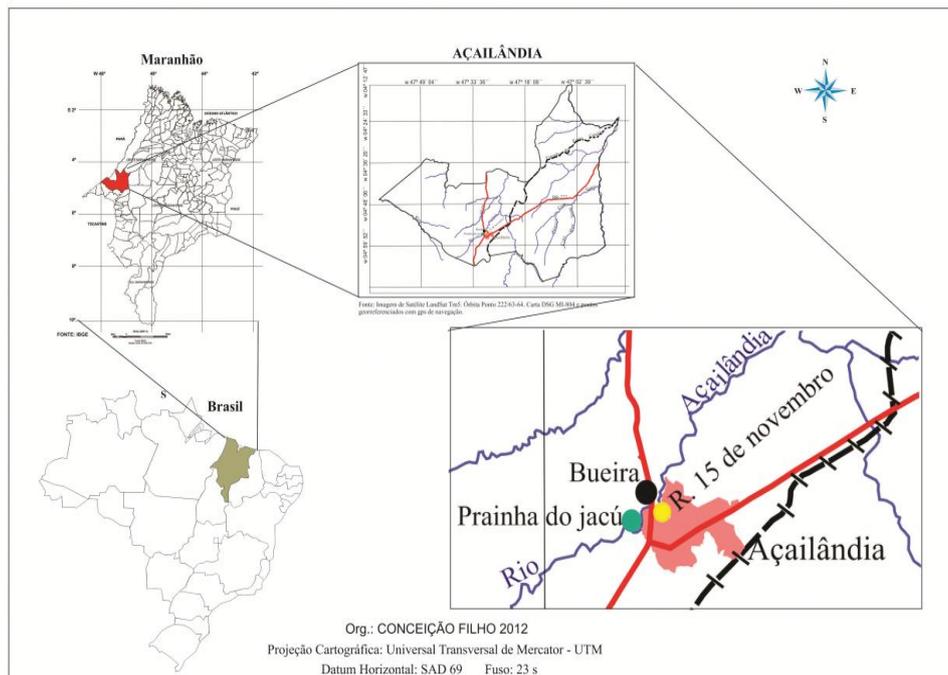
Ciente da importância vital da água doce livre de contaminação, esta pesquisa tem grande relevância à medida que se propõe a estudar a situação ambiental em um trecho do Rio Açailândia, situado no município de Açailândia, no Estado do Maranhão. Este rio possui uma grande importância cultural para o município, pois durante a expansão da BR 010 havia uma alta incidência da cultura do Açaí (*Euterpe oleracea*) em suas margens, o que serviu de inspiração para a comunidade local nomear como rio Açailândia e posteriormente, atribuir o mesmo nome ao município. Considerando-se que a comunidade ribeirinha utiliza diariamente este rio para lazer, esta pesquisa torna-se um instrumento importante para ser utilizado em ações educativas com intuito de sensibilizá-las do perigo que correm com as atividades no rio. Estudos que alerte a sociedade quanto a problemas ambientais como este são importantes, pois as consequências de tais problemas são significativas ao meio natural e ao social.

Assim, o objetivo foi avaliar de forma simplificada os impactos ambientais e a qualidade da água do Rio Açailândia, a fim de verificar a real situação do recurso, viabilizando assim ações necessárias a sua recuperação, manutenção da qualidade da água, bem como da saúde pública.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A área selecionada para o estudo encontra-se na bacia hidrográfica do Rio Açailândia, porção central do município, com 1009 km² do total de 2.401 km² correspondentes à bacia, e foi denominada de alto curso da bacia do Rio Açailândia (Figura1). Analisou-se três trechos do Rio Açailândia, denominados no estudo de P1, P2 e P3. Embora o rio apresente esse nome, dois pontos são conhecidos popularmente pelas comunidades locais por outros nomes. P1 é conhecido como “Prainha do Jacú” (ponto verde na Figura 1), P2 como “Bueira” (ponto preto na Figura 1) e, P3 está localizado na Rua 15 de Novembro, e na Figura 1 é demonstrado pelo ponto de cor amarela.

Figura 1. Mapa de localização do Rio Açailândia e trecho analisado durante a avaliação simplificada de impactos ambientais.



2.1 AVALIAÇÃO SIMPLIFICADA DE IMPACTO AMBIENTAL

Foi aplicado um questionário de campo com índice de análise ambiental simplificado com pesos para cada impacto (modificado de SARDINHA et al., 2007) (Tabela 1). A avaliação simplificada de impacto ambiental foi desenvolvida em cinco etapas nos três trechos do rio. As duas primeiras consistiram em levantar informações relacionados aos usos atuais do recurso hídrico, onde foi gerada uma base de dados georreferenciada. Após o preenchimento somou-se os pontos de cada questão (mínimo zero e máximo vinte e quatro), sendo que, quanto maior a pontuação, menor o nível de impacto na região estudada. De 24 a 19 pontos significa que há mínima ou pouca presença de impacto, de 18 a 13 moderada presença de impacto, de 12 a 7 pontos tem-se impacto alto ou preocupante e, menor ou igual a 6, presença muito alta de impacto. Na terceira etapa procedeu-se à avaliação dos indicadores biofísicos buscando a identificação dos fatores que refletiam os impactos no ambiente analisado, sendo elaborado um questionário de campo, a fim de uniformizar os dados coletados. Na quarta etapa, foi preenchido o índice de análise ambiental simplificado com pesos para cada impacto. O questionário auxiliou na quinta etapa, identificação de impactos na cobertura vegetal, na fauna e no recurso hídrico que, poderiam afetar o ambiente natural.

Tabela 1 - Modelo do questionário aplicado em campo com possíveis indicadores de impactos.

Indicadores biofísicos	Peso	Indicadores biofísicos	Peso
Cobertura vegetal no entorno		Erosão no entorno	
Sem vegetação	0	Voçoroca	0
Com vegetação rasteira	1	Sulco	1
Com vegetação arbustiva	2	Ravina	2
Com vegetação arbórea	3	Sem erosão	3
Fauna no entorno		Riscos associados à erosão	
Ausência de animais nativos	0	Escorregar/ferimento fatal	0
Pouca presença de animais nativos	1	Escorregar/ferimento traumático	1
Moderada presença de animais nativos	2	Escorregar/ferimento leve	2
Grande presença de animais nativos	3	Sem risco associado	3
Lixo no entorno		Som	
Muito Lixo	0	Grande quantidade de som	0
Pouco lixo	1	Média quantidade de som	1
Lixo em latões	2	Pequena quantidade de som	2
Sem lixo	3	Sem problemas com som	3
Saneamento		Danos a paisagem	
Esgoto	0	Vandalismo	0
Fossa	1	Danos no entorno	1
Dejeto ou urina	2	Inscrições em rocha vegetação	2
Ausente	3	Sem danos	3

Fonte: Modificado de Sardinha et al. (2007).

2.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Ainda com o objetivo de verificar possíveis impactos ambientais no Rio Açailândia e confrontar os dados obtidos com os questionários de avaliação simplificada de impacto ambiental, foram feitas análises microbiológicas da água do rio nos três pontos (P1, P2 e P3) (Figura 2).

Figura 2. Pontos 1 (A), 2 (B) e 3 (C) de avaliação dos impactos ambientais e qualidade da água do Rio Açailândia.



Para quantificar e identificar os coliformes termotolerantes presentes na amostra de água, utilizou-se a técnica dos tubos múltiplos (Determinação do Número Mais Provável – NMP/100mL).

As análises foram realizadas em duas etapas: teste presuntivo e teste confirmativo. Todas as amostras foram identificadas com informações do local de coleta e transportadas em recipiente isotérmico com gelo até o Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão. A etapa de coleta foi realizada no período da manhã, aproximadamente entre oito e onze horas.

As coletas foram realizadas em uma profundidade de aproximadamente 50cm com frascos de vidros esterilizados. Nos três pontos, a água foi coletada adentrando-se no rio e afastando-se da margem.

Para a determinação do NMP/100mL de coliformes termotolerantes, realizou-se inicialmente a diluição das amostras adicionando-se 10 mL da amostra inicial em 90 mL de Solução Salina Peptonada (SSP) obtendo a diluição de 10^{-1} (diluição 1/10). Posteriormente, transferiu-se 10mL da diluição 10^{-1} para 90mL do mesmo diluente obtendo-se a diluição 10^{-2} (diluição 1/100)(HITCHINS et al., 1992). Foram utilizadas três séries de cinco tubos LST e tubos de Durhan invertidos, contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose, em que na primeira série de tubos foram inoculados em cada tubo 1,0 mL da amostra inicial (10^0), na segunda série inoculou-se a diluição 10^{-1} e na terceira a 10^{-2} , com posterior incubação a 35°C por 48 h.

De cada tubo positivo de LST, transferiu-se uma alíquota para tubos contendo Caldo para *Escherichia coli* (EC), que foram incubados em banho-maria com circulação de água a 45°C durante 24 h, para contagem de coliformes termotolerantes. Os tubos positivos do Caldo EC foram conferidos na tabela de Número Mais Provável (NMP) para coliformes termotolerantes (PEELER et al., 1992).

Após os resultados microbiológicos, as amostras foram classificadas considerando os padrões de balneabilidade. Para isso, utilizou-se a Resolução N° 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2005). De acordo com a referida Resolução, as águas consideradas próprias para consumo podem ser divididas em excelente (quando houver, no máximo, 250 coliformes termotolerantes por 100 mL); muito boa (no máximo 500 coliformes termotolerantes por 100 mL) e satisfatória (até 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL). As águas são consideradas impróprias quando não atendem a esses valores máximos ou quando o valor for superior a 2.500 coliformes termotolerantes por 100 mL.

2.3 SENSIBILIZAÇÃO DA COMUNIDADE LOCAL

Foi realizado o trabalho educação ambiental na comunidade ribeirinha dos três pontos de estudo com o intuito de informar os moradores locais sobre a importância do rio, e alertar a comunidade da situação real do recurso. Para isso, foram visitadas famílias residentes locais, em que por meio de diálogo foram repassadas as informações, tanto dos impactos ambientais oriundos da retirada de vegetação quanto da qualidade da água.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa pesquisa constatou que o Rio Açailândia apresenta situação ambiental crítica. A Figura 3 mostra o ponto 1 (P1), localizado no Bairro do Jacu, mais conhecida como Prainha do Jacu devido

apresentar deposição de areia nas margens do recurso. Percebe-se um sério agravante antrópico, o assoreamento, que é o carreamento de materiais (areia, lixo e outros) para dentro do leito ou margens do rio, oriundo da retirada da cobertura vegetal das margens do recurso e também de erosões, pondo o rio em estado de alerta. Destaca-se o avanço populacional como causa de degradação desse ecossistema.

Figura 03. Delimitação em amarelo do trecho P1 (S 04°56'22,4" e W 047°30'01") no Rio Açailândia, localizado no município de Açailândia, Estado do Maranhão.



A população que reside nessa área protegida pela legislação apropriou-se de forma irregular, ou seja, por invasão. A tendência é o crescimento dessa comunidade e o desaparecimento desse curso d'água. Na mesma área também foi observado a falta de saneamento básico, com o esgoto da própria comunidade sendo escoado para o recurso.

Esse bairro possuía anteriormente uma erosão em estado avançado com histórico de desmoronamentos, contudo foi revitalizada pelo poder público. Várias consequências associadas a saúde da comunidade ribeirinha que usufrui da água para consumo foram reportadas, como esquistossomose (vulgarmente conhecida como barriga d'água), diarreia infecciosa, cólera e hepatite.

A contaminação também foi constatada avaliando os indicadores biológicos encontrados no trecho, a citar os aguapés (*Eichornia crassipes*), plantas adsorventes de metais potencialmente tóxicos de ambientes poluídos. Essa planta pode servir como indicador ecológico potencial para rios contaminados por metais pesados em níveis baixos ou altos de contaminação (LI et al., 2016). Especula-se que a biomassa dessa planta aquática seja aplicável no tratamento de águas residuais por meio da conversão em biochars (LI et al., 2016; XU et al., 2016).

A área descrita pela Figura 4, localiza-se nas proximidades da BR 010 Km 30, que é o ponto 2 de amostragem. A mesma também sofre pela falta de ações ambientais e políticas de preservação do corpo d'água. Nota-se a presença das vegetações ciliares, que se encontram desmatadas pela pressão demográfica (Figura 5). O avanço populacional nesse trecho também trouxe problemas importantes, como o lançamento de lixo em locais impróprios e o escoamento de esgoto no rio, gerando doenças (Figura 6).

Figura 04. Delimitação em amarelo do trecho P2 (S 04°56'17,3" e W 047°30'12") no Rio Açailândia, localizado no município de Açailândia, Estado do Maranhão.



Figura 5. Supressão da vegetação ciliar em P2 para construção de moradias.



Figura 6. Esgoto da população local que deságua no trecho P2 do Rio Açailândia.



Foram observados no local indícios de queimadas, o que acarretou ao meio erosões (Figura 7A), baixa fertilidade ao solo e dificuldades na germinação de espécies vegetais, restando em parte da APP, vegetação de capoeira (Figura 7B).

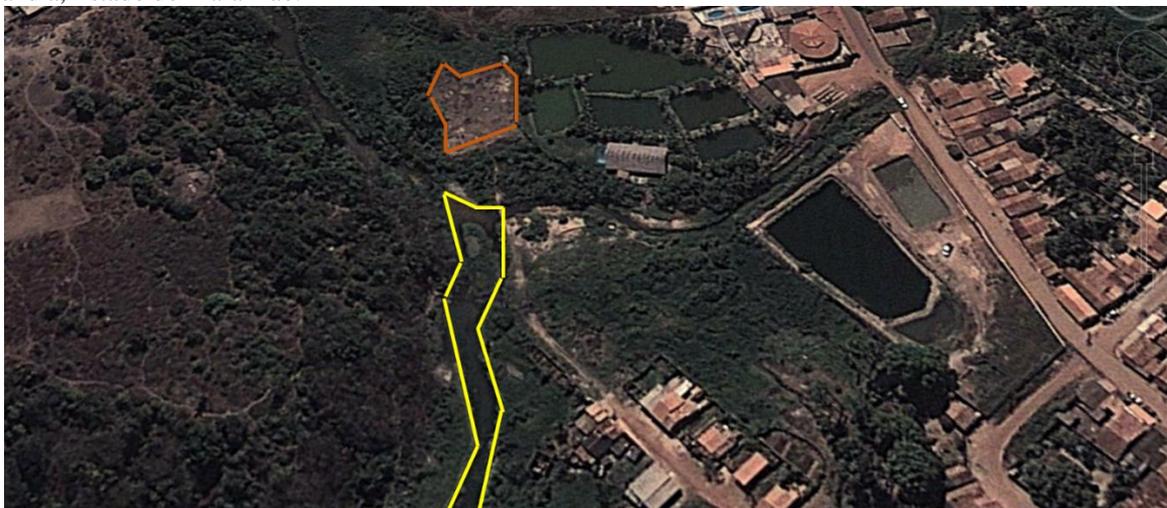
Figura 7. Erosão (A) e vegetação de capoeira (B) nas margens do trecho P2 do Rio Açailândia.



Rio Açailândia, desapareceu do local devido as causas previamente mencionadas e ao manejo inadequado dessa cultura. Assim, o elo cultural relacionado a nomeação do município, a cada dia que passa, se torna mais frágil.

A Figura 8 representa o terceiro trecho (P3) analisado do Rio Açailândia. Nesse trecho, notou-se a presença de floresta densa, em que ao longo dos anos tem sido desmatada gradativamente, dando lugar ao crescimento imobiliário que vem crescendo e aquecendo a economia do município, demonstrando uma forte pressão sobre o ambiente estudado. A abertura das vegetações adjacentes acarretou diminuição das margens do rio e erosões. A linha laranja delimita uma área aberta pelos moradores, onde são destinados os resíduos domésticos e da construção civil, gerando um impacto de elevada proporção, a contaminação dos lençóis freáticos.

Figura 8. Delimitação na cor amarela do trecho P3 (S 04° 56'45'' e W 047° 30' 33,7'') e, em laranja, a área aberta destinada ao descarte de resíduos sólidos da comunidade do trecho em estudo do Rio Açailândia, localizado no município de Açailândia, Estado do Maranhão.



O trecho 3 está localizado na Rua 15 de Novembro do município de Açailândia. O trecho em análise teve supressão da mata ciliar, restando poucos indivíduos arbóreos. A vegetação dominante na área é de gramíneas e arbustos. Como indicador de degradação ambiental, foi encontrado na área uma quantidade significativa de embaúba (*Cecropia* sp.), espécie pioneira no processo de sucessão ecológica que normalmente ocorre após algum distúrbio, seja ele ambiental ou antrópico.

Ainda na área, foi identificada atividade ilegal de extração da areia sem licença de operação (Figura 9). Segundo o artigo 55 da lei nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais) (BRASIL, 1998) é proibida a extração de qualquer tipo de mineral sem a competente licença de operação, e constitui crime com pena de 6 meses a 1 ano de detenção e multa.

Figura 9. Extração ilegal de areia no trecho P3 do Rio Açailândia.



A extração de areia acarreta uma série de impactos, como alteração do curso e assoreamento dos rios, que é caracterizado pela deposição de solo no fundo do rio. Esse processo é causado pela ausência da mata ciliar, que tem papel fundamental em proteger o solo das margens. Além do assoreamento, a extração ilegal de areia contribui para a poluição das águas e dos solos e fuga da fauna como consequência do barulho e movimentação local.

No trecho 3, também foi observada a presença do molusco *Achatina fulica*, mais popularmente conhecido como caramujo ou caracol africano (Figura 10), o qual é considerado como uma praga perigosa por especialistas.

Figura 10. Presença do molusco *Achatina fulica* no trecho P3 do Rio Açailândia.



A análise dos pesos dados aos indicadores biofísicos demonstrou que os três trechos estudados apresentaram um alto impacto (Tabela 2).

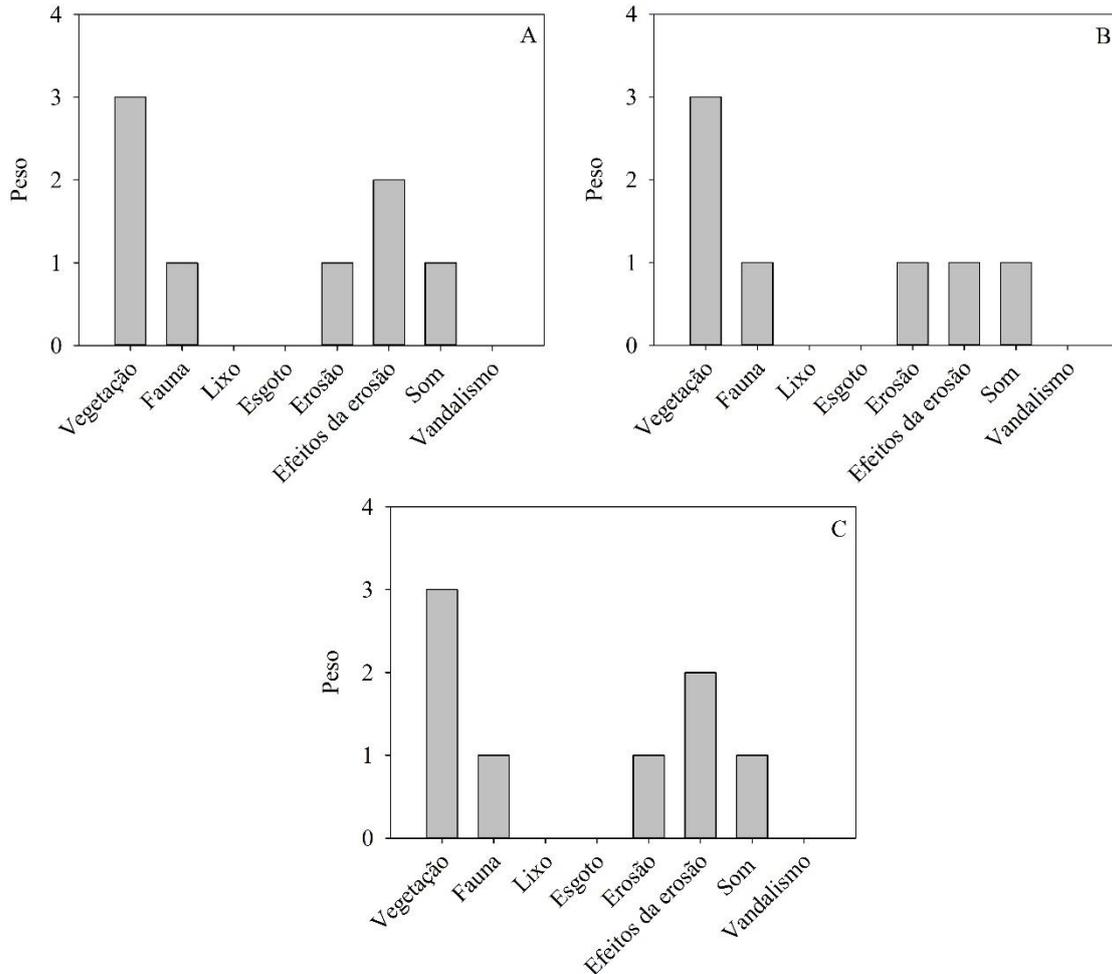
Tabela 2. Resultados do índice de análise ambiental no Rio Açailândia.

Ponto	Peso	P	M	A	MA
P1	8			x	
P2	7			x	
P3	8			x	

P: mínimo/pouco; M: moderado; A: alto/Preocupante; MA: muito alto.

Com base na Figura 11, a supressão das vegetações ciliares, a redução no número de espécies que compõem a fauna local, a incidência de erosões e vandalismo contribuiram para a natureza preocupante dos impactos ambientais nos trechos do Rio Açailândia analisados nesse estudo.

Figura 11. Peso dos indicadores biofísicos dos trechos P1 (A), P2 (B) e P3 (C) do Rio Açailândia.



De acordo com o CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), o ponto 1 encontra-se fora dos padrões de balneabilidade em função do valor de 2.200NMP/100mL para coliformes termotolerantes (Tabela 3), ou seja, acima do permitido pela Resolução. A grande quantidade de efluentes lançados neste corpo d'água, decorrente da alta densidade de residências no entorno e associada à baixa velocidade de escoamento das águas superficiais, podem justificar essa contaminação.

Nos demais pontos, P2 e P3, os resultados para o NMP/100mL de Coliformes termotolerantes foram 800 e 300, respectivamente (Tabela 3). Estes resultados classificam as águas dos trechos estudados como sendo de natureza satisfatória quanto a balneabilidade.

Tabela 3. Número Mais Provável em 100 mL de água para cada um dos pontos de coleta, sua classificação segundo os padrões estabelecidos pela Resolução n° 357/2005 do CONAMA.

Ponto	Coliformes Termotolerantes NMP/100mL	Classificação
P1	2.200	Insatisfatória
P2	800	Satisfatória
P3	300	Muito boa

De maneira geral, destaca-se a necessidade de ações que visem a recuperação desse importante recurso hídrico. Para isso Sardinha et al. (2007) destacam a necessidade de cumprimento legal e conservação das áreas de APP's, recuperação das erosões, controle e planejamento adequados à expansão urbana. Os autores mencionam ainda a importância de estruturação e sinalização do local para a coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos. Finalmente, a sensibilização das comunidades ribeirinhas é essencial no resgate da importância cultural do Rio Açailândia para a região, bem como para a sua preservação.

4 CONCLUSÕES

O Rio Açailândia encontra-se com um grau de impacto ambiental alto e preocupante oriunda da retirada da cobertura vegetal nativa e lançamento de efluentes domésticos sem tratamento prévio.

Os trechos estudados no Rio Açailândia apresentaram contaminação por coliformes termotolerantes.

Considerando-se que a comunidade ribeirinha utiliza diariamente este rio para lazer, esta pesquisa pode auxiliar em ações educativas com o fim de sensibilizá-las do perigo que correm com as atividades no rio.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal do Maranhão (IFMA) pelo apoio laboratorial e a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelas bolsas de pesquisa, na modalidade de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**: biologia das populações. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.438 p.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. New York: American Public Health Association. 1985.

BORGES, M. J. et al. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d'água urbanos da bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal. **RBRH –Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 161 – 171, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Diário Oficial da União, Brasil, 2012.

BRASIL. **Lei Federal n. 9.605**. Institui a Lei de Crimes Ambientais de 12 de fevereiro de. 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/resolu%C3%A7%C3%A3o%20conama%201986;1505;20100818.pdf>. Acesso 9 Out. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso 9 Out. 2020.

FREITAS, E. P. et al. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.4, p.443–449, 2013.

HITCHINS, A. D. et al. Coliforms – *Escherichia coli* and its toxins. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examinations of foods**. 3. ed. Washington: American Public Health Association (APHA). 1992. cap. 24, p. 325–369.

INFOPIEDIA. **Contaminação da Água**. Porto: Porto Editora, 2012. Disponível em: <[http://www.infopedia.pt/\\$contaminacao-da-agua](http://www.infopedia.pt/$contaminacao-da-agua)>. Acesso em: 19 Out. 2020.

LI, F. et al. Preparation and characterization of biochars from *Eichornia crassipes* for cadmium removal in aqueous solutions. **PLoS ONE**, v. 11, n. 2, p. e0148132, 2016.

PAULINO, W. R. **Biologia: Genética, evolução e ecologia**. São Paulo: Ática, 2005, 304p.

PEELER, J. T. et al. The most probable number technique. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of Methods for the Microbiological Examinations of Foods**. 3.ed. Washington: American Public Health Association (APHA). 1992. cap.6.

SANTOS, J. O. et al. A qualidade da água para o consumo humano: uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 19-26, 2013.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; CARVALHO, D. F.; CUNHA, R.; SOUZA, A. D. G. **Impactos do uso público em atrativos turísticos naturais do município de Altinópolis (SP)**. *Geociências*, v. 26, n. 2, p. 161-172, 2007.

SILVA, J. V. et al. **Matas ciliares, assoreamento e educação ambiental no baixo São Francisco**. *In: Expedição Científica do Rio São Francisco*, 2018.

SILVA, M. R. F. et al. Biomarkers as a tool to monitor environmental impact on aquatic ecosystems. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 75702-75720, 2020.

SMA - Secretaria do Meio Ambiente. **Áreas de Proteção Ambiental de Santo Antônio do Pinhal, São Bento do Sapucaí e Campos do Jordão**: documentos ambientais. São Paulo: Secretaria de Estado e Meio Ambiente; CETESB; Prefeituras Municipais de Campos do Jordão, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí. 2000. 28p. (Caderno Informativo). *In: ANDRADE, T. O. Inventário e análise da arborização viária da estância turística de Campos do Jordão, SP*. Piracicaba, 2002. 112f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

XU, Y. et al. Enhanced adsorption of methylene blue by citric acid modification of biochar derived from water hyacinth (*Eichornia crassipes*). **Environmental Science and Pollution**, v. 23, p. 23606–23618, 2016.

ZOBY, J. L. G. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. ANA: Natal, 2008.