



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE



**MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE**

LUANA BARBOSA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA DO CÓRREGO
BAIXA FUNDA EM ARAGUAÍNA – TO**

Goiânia - GO

Março/2018

LUANA BARBOSA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA DO CÓRREGO
BAIXA FUNDA EM ARAGUAÍNA – TO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Ciências Ambientais e Saúde

Orientador: Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

**Goiânia - GO
Março/2018**

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

B238d

Barbosa Luana

Diagnóstico ambiental da bacia do Córrego Baixa Funda em Araguaína – TO
[recurso eletrônico]/ Luana Barbosa.-2018.

172 f.; il. 30 cm

Texto em português com resumo em inglês

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais e Saúde, Goiânia, 2017

Inclui referências f.164-172

1. Físico-química - Avaliação. 2. Impacto ambiental. 3. Depósitos tecnogênicos. 4. Bacias hidrográficas - Córrego Baixa Funda - Diagnóstico - Araguaína (TO). I.Rubin, Julio Cezar Rubin de. II.Pontifícia Universidade Católica de Goiás. III. Título.

CDU: 556.51(043)

DEDICATÓRIA

Primeiramente a **Deus**, pela vida e por permitir este momento tão especial em minha vida.

O anjo do Senhor acampa em redor dos que o temem e os salva. Provai e vede como o Senhor é bom. Feliz o homem que se refugiar junto dele. Salmo 33, 8-9.

As meus pais **Acary Barbosa Júnior e Elizia Terezinha Jardim de Barbosa**. Cujo exemplos de luta e esforço transmitido com muito amor no decorrer de minha vida, estimularam-me a constante dedicação e perseverança para atingir os meus objetivos. Este amor que me tornou uma pessoa capaz de chegar até aqui e conquistar este sonho. Sei que esta realização também é de vocês, pelo apoio, confiança e motivação irrestrito em todos os momentos de minha vida. Meu amor incondicional não se explica nas palavras e sim no sentimento de AMOR do meu coração.

Ao meu esposo **Alexandre**, que me incentivou todas as vezes que pensei em desistir, e ficou no papel de “pai-mãe” quando precisei me ausentar. Obrigada pelo seu amor, carinho, companheirismo e compreensão, por ter estado sempre ao meu lado, me dando forças para não desistir diante das dificuldades, você me ensinou acima de tudo o valor do AMOR VERDADEIRO, te AMO!

A minha filha **Sophia**, que é a razão por eu acordar todo dia buscando ser uma pessoa melhor. “Desculpa a mamãe por se ausentar tanto, mas é para seu bem! ”

Aos meus irmãos **Galba, Sara, João Pedro, João Paulo e Maria Fernanda**: pelas palavras de força e coragem para continuar. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, o único onipotente e onipresente, o qual concedeu a oportunidade de conquistar esse sonho, com todas as dificuldades que apareceram, mas Ele e Nossa Senhora não me desampararam.

A minha **família**, por sempre acreditar que eu poderia ir mais longe, e jamais desistir de meus sonhos.

Aos **colegas do curso de mestrado**, que conheci ao longo dessa jornada, onde aprendi com cada um, todos passamos por dificuldades, a diferença é como lidar com elas ou desistir diante delas. Em especial ao **Ítalo Costa Silveira**, pois realizou minhas análises de água simplesmente pela solidariedade de me ajudar. Obrigada querido. Aos meus colegas de trabalho que acompanharam minhas coletas de dados em campo, que elaboraram os mapas e apoiaram as inúmeras revisões ao longo dessa jornada. E ainda aos grandes amigos que me apoiaram quando precisei de esclarecimentos e plantão de dúvidas.

Ao meu orientador Profº **Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin**, que aprendi a admirar, pela imensa capacidade do acolhimento e da facilidade em transmitir seus ensinamentos com tanto carinho e atenção.

A **Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC)** pela oportunidade em fazer parte deste curso.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta inesquecível e importante trajetória para o aperfeiçoamento profissional, onde conquistei amigos e pessoas que estarão para sempre em meu coração.

“Quando as nuvens estiverem carregadas, derramarão chuva sobre a Terra” e “Os rios correm para o mar, contudo, o mar nunca se enche. Os rios vão desaguar ao lugar donde saíram, para voltarem a correr”

(Mendes e Oliveira, 2004).

RESUMO

O impacto ambiental ocorrido em uma bacia hidrográfica é responsável pela maioria dos problemas socioambientais de um município, uma vez que os recursos hídricos estão intrínsecos à urbanização. Este trabalho tem como objetivo realizar diagnóstico ambiental na bacia hidrográfica do córrego Baixa Funda no município de Araguaína-TO. A metodologia utilizada constitui em levantamento bibliográfico e análise de campo observacional com abordagem quantitativa e qualitativa de 10 pontos, através de geoprocessamento e coleta de amostras de água planejado para os meses de março e setembro de 2017, compreendendo o período chuvoso e de estiagem realizando a coleta de água em três pontos (P1, P7 e P10): extremidade montante, ponto intermediário do canal e extremidade jusante do córrego. Onde foi feita análise físico-química laboratorial dos seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, Turbidez, Fósforo total, Nitrogênio total, Resíduo total, Oxigênio Dissolvido (OD); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes, estes em análise no período chuvoso e no período de estiagem do córrego. Os resultados apresentados constatarem depósitos tecnogênicos, impacto ambientais graves, com disposição irregular de resíduos sólidos frequentemente em fragmentos, como plásticos, metais diversos, lixo doméstico, esgoto, dentre outros. Conclui-se que a ação antrópica se mostrou como sendo o principal vetor atuante na remoção da cobertura vegetal, na contaminação do solo e subsolo, sendo atuante na aceleração de processos como: erosões, assoreamentos e degradação. É fundamental avaliar as consequências ambientais, seus impactos e propor soluções a curto, médio e longo prazo. Os dados apresentados demonstram que a área estudada se encontra em processo de degradação ambiental, conforme avaliação físico-química, que mostra a contaminação da água nos pontos avaliados.

Palavras-chave: Análise Físico-química, Córrego Baixa Funda, Diagnóstico Ambiental, Depósitos Tecnogênicos, Impactos Ambientais.

ABSTRACT

The environmental impact of a river basin is responsible for most socio-environmental problems of a municipality, since water resources are intrinsic to urbanization. This work aims to perform an environmental diagnosis in the Baixa Funda stream basin in the municipality of Araguaína-TO. The methodology used consisted of a bibliographical survey and observational field analysis with a quantitative and qualitative approach of 10 points, through geoprocessing and collection of water samples planned for the months of March and September of 2017, comprising the rainy season and the dry season. water collection at three points (P1, P7 and P10): upstream end, intermediate point of the channel and downstream end of the stream. Where laboratory physicochemical analysis was performed of the following parameters: water temperature, pH, Turbidity, total phosphorus, total nitrogen, total residue, dissolved oxygen (DO); Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), total coliforms and thermotolerant coliforms, which were analyzed in the rainy season and in the drought period of the stream. The results showed technogenic deposits, severe environmental impact, with irregular disposal of solid wastes often in fragments, such as plastics, various metals, household waste, sewage, among others. It was concluded that the anthropic action showed to be the main active agent in the removal of the vegetation cover, in soil and subsoil contamination, being active in the acceleration of processes such as erosion, sedimentation and degradation. It is essential to assess the environmental consequences, their impacts and propose short-, medium- and long-term solutions. The data presented demonstrate that the studied area is in the process of environmental degradation, according to physicochemical evaluation, which shows the contamination of the water in the evaluated points.

Keywords: Physical-chemical analysis, Low-flow stream, Environmental Diagnosis. Technogenic Deposits, Environmental Impacts.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 Bacias hidrográficas	16
2.2 Ciclo hidrológico	17
2.3 Impactos ambientais	18
2.4 Erosão hídrica	20
3 MUNICIPIO DE ARAGUAÍNA.....	23
3.1 Formação Histórica	25
3.2 Clima da região de estudo	26
3.3 Aspectos Geológicos e Hidrogeológicos	27
3.4 Recursos hídricos	29
3.5 Caracterização da área de estudo	31
4 METODOLOGIA	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 Caracterização dos pontos	37
5.2 Análise da água	58
5.2.1 Índice de Qualidade de Águas – IQA	70
5.2.2 Eutrofização	71
5.3 Prognóstico dos impactos ambientais	73
5.4 Proposta de intervenção	76
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
7 REFERÊNCIAS.....	82
ANEXO I - BAIRROS INSERIDOS NA BACIA DO CÓRREGO BAIXA FUNDA.....	88
ANEXO II – LAUDOS LABORATORIAIS DAS ANÁLISES DE ÁGUA	91
APÊNDICE - CRONOLOGIA DA ÁREA OBJETO DO ESTUDO	94

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APP	Área de Preservação Permanente
BR-153	Rodovia Federal Belém Brasília
BRK Ambiental	Companhia de Saneamento do município de Araguaína – TO
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
DQO	Demanda química de oxigênio
FAPTO	Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do Tocantins
GPS	Sistema de Posicionamento Global
m²	Metro Quadrado
m³	Metro Cúbico
NE	Nordeste
PTRm	Formação Motuca
PUC GOIÁS	Pontifícia Universidade Católica de Goiás
SE	Sudeste
SEPLAN	Secretaria do Planejamento
TO	Tocantins
TRJm	Formação Mosquito
TRs	Formação Simbaíba
UTM	Universal Transversa de Mercator

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Delimitação da área.....	15
Figura 2.	Localização e limites municipais e estaduais.....	23
Figura 3.	Erosão sobre a Av. Filadélfia	25
Figura 4.	Mapa geológico do município de Araguaína – TO.....	29
Figura 5.	Mapa hidrográfico do município de Araguaína – TO.....	30
Figura 6.	Bairros inseridos na Bacia do Córrego Baixa Funda.....	33
Figura 7.	Diagnóstico da Bacia do Córrego Baixa Funda.....	38
Figura 8.	Situação do P-1 no período chuvoso.....	40
Figura 9.	Situação do P-1 no período de estiagem.....	41
Figura 10.	Coleta de água no P-1, período chuvoso.....	41
Figura 11.	Coleta de água no P-1, período de estiagem.....	42
Figura 12.	Situação do P-2 em 18-05-2016.	43
Figura 13.	Situação do P-2 em 21-09-2017.....	43
Figura 14.	Situação do P3, Especulação imobiliária.....	44
Figura 15.	Situação do P-3. Presença de depósitos tecnogênicos.....	45
Figura 16.	Situação do P-4.....	46
Figura 17.	Situação do P-4. Depósito irregular de resíduos.....	46
Figura 18.	Situação do P-5. Ocupação inadequada.....	47
Figura 19.	Situação do P-5.....	48
Figura 20.	Situação do P-6. Canalização do córrego Cará.....	49
Figura 21.	Situação do P-6. Canalização do córrego Cará	49
Figura 22.	Situação do P-7, lixo dentro do córrego.....	51
Figura 23.	Situação do P-7, disposição irregular de resíduos, período de estiagem.....	51

Figura 24.	Situação do P-7, coleta de água no período chuvoso.....	52
Figura 25.	Situação do P-7, coleta de água no período de estiagem.....	52
Figura 26.	Situação do P-8, período de estiagem.....	53
Figura 27.	Situação do P-8.....	54
Figura 28.	Situação do P-9, erosão em via pública.....	55
Figura 29.	Situação do P-9.....	55
Figura 30.	Situação do P-10, foz do córrego Baixa Funda.....	56
Figura 31.	Coleta no período chuvoso na foz do córrego Baixa Funda, no ponto 10.....	57
Figura 32.	Análise de água nos períodos chuvoso e de estiagem.....	70
Figura 33.	Proposta de intervenção.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Localização dos pontos diagnosticados no córrego Baixa Funda.....	36
Tabela 2: Resultado das análises de água no período chuvoso.....	60
Tabela 3: Resultado das análises de água no período estiagem.	61
Tabela 4: Índice de IQA	70
Tabela 5: Parâmetros e Pesos para o Cálculo do IQA	71
Tabela 6: Classificação da qualidade da água.....	71
Tabela 7: Avaliação dos impactos ambientais	75
Tabela 8: Cronograma do Projeto de Engenharia.....	76

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desordenado tem causado uma série de impactos ambientais e preocupações por parte da população e seus gestores, tornando cada vez mais necessária a identificação dos fatores que influenciam na qualidade do meio ambiente.

Segundo Neves e Tucci (2008) a gestão inadequada da infraestrutura de saneamento é uma das causas dos impactos ambientais e da perda de qualidade de vida, sobretudo nos países em desenvolvimento, que ainda não possuem uma base sólida e bem estruturada no que diz respeito ao saneamento. Os mesmos autores ainda afirmam que os componentes de saneamento possuem uma forte interface entre si, impelindo o desenvolvimento urbano com base na gestão integrada, porém o que se percebe é que apenas os problemas são vistos de maneira integrada.

Dentre os recursos naturais necessários à vida o mais importante, sem dúvida, é a água. Componente indispensável da maioria dos ecossistemas, ela pode ser diretamente relacionada com a alta diversidade de espécies encontradas em determinadas regiões. O controle da água pode fazer fortunas, sustentar o poder de políticos e definir o desenvolvimento que uma região, país ou sociedade pode alcançar, uma vez que a água é indispensável na realização de quase todas as atividades humanas. Em nível global, o ciclo hidrológico é um dos mais importantes para a humanidade, sendo, ao mesmo tempo, um dos mais vulneráveis às perturbações antropogênicas (ROSA, 2009).

Uma alternativa errônea é pensar que proteger pontualmente as áreas de nascentes irá garantir a manutenção do equilíbrio hidrológico, já que elas são o resultado de uma dinâmica complexa da água que envolve desde a recarga até a descarga, promovida por processos superficiais e subsuperficiais. Entretanto as alterações nos volumes de água subterrânea e nas modificações nas áreas de contribuição à montante são potencialmente impactantes às nascentes. Nesse sentido, a bacia hidrográfica ganha importância como unidade de gestão e proteção de nascentes (FELIPPE e MAGALHÃES JR., 2012).

A rapidez do processo de urbanização causa uma série de impactos, tanto de ordem ambiental como de ordem social, como por exemplo, a destruição da fauna e da flora, a poluição da água e do solo, seja pelo assoreamento e por retenção danosa

dos corpos de água, ou por acúmulo de sólidos e de outros, além de transtornos sociais fruto do crescimento da pobreza e da marginalidade urbana (FELIPPE e MARAGALHÃES JR., 2012)

Para Silva (2013) o município de Araguaína exerce função centralizadora sobre as regiões produtoras de pecuária do seu entorno. Ainda conforme o autor, a cidade também se encontra numa crescente valorização urbana e imobiliária associada ao surgimento de loteamentos, em meio ao crescimento de ocupações irregulares.

Na urbanização de Araguaína é notória a explosão demográfica com os rápidos e volumosos movimentos migratórios que determinaram crescimento populacional de 10.826 para 150.52 habitantes entre 1960 a 2010, e intensas transformações na cidade, com a proliferação de bairros, setores urbanos e vilas residenciais (SILVA, 2013).

O estudo se justifica pelo fato da área de pesquisa estar localizado, em sua maior parte, em área urbana, merecendo maior atenção por parte das autoridades no que tange à realização de obras que possibilitem a minimização dos impactos negativos.

O presente estudo tem como objetivo geral avaliar os impactos ambientais na Bacia do córrego Baixa Funda, em Araguaína -TO. Os objetivos específicos são diagnosticar os impactos ambientais presentes na bacia; estabelecer a correlação entre os impactos e a ocupação urbana e contextualizar o diagnóstico em relação aos aspectos ambientais e de saúde pública.

A área de pesquisa está localizada no mais novo estado do Brasil, Tocantins, no município de Araguaína, considerada a capital econômica do estado. (Figura 1)

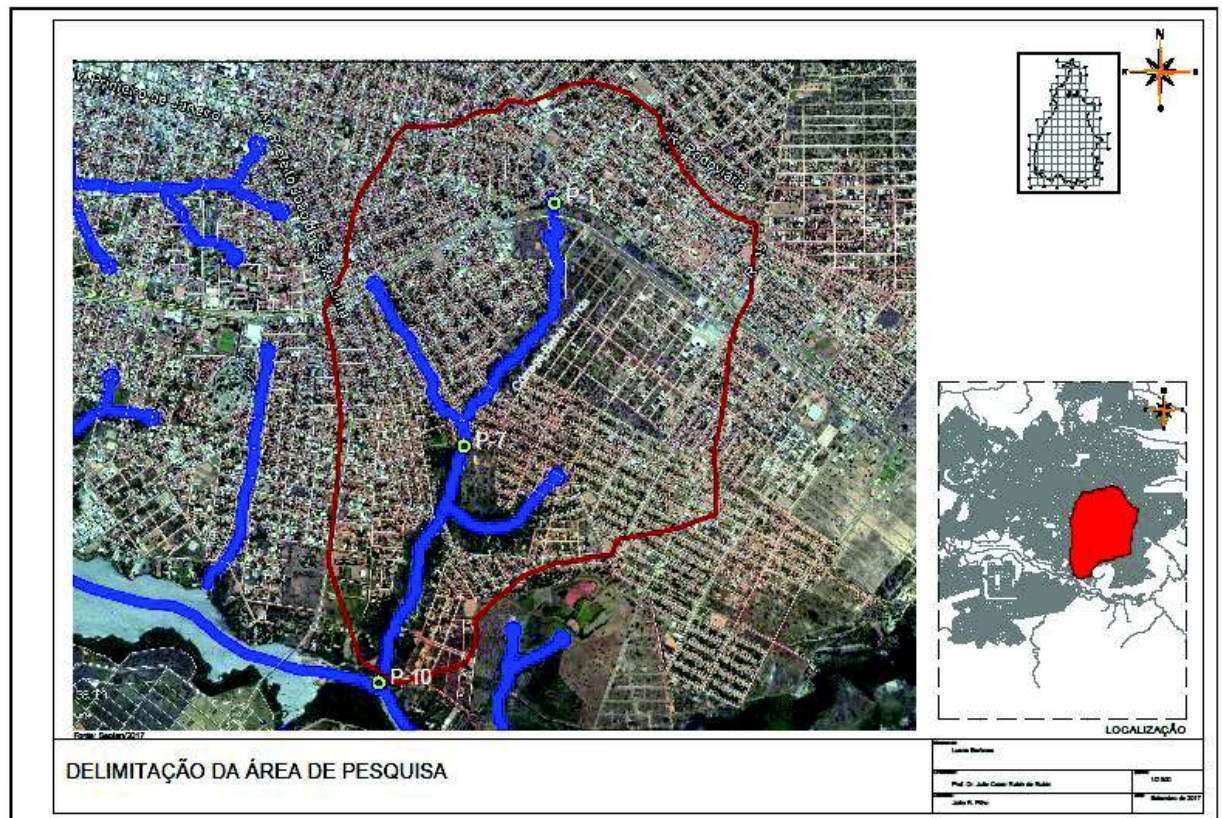


Figura 1: Delimitação da área de pesquisa.
 Fonte: SEPLAN/Araguaína (2016).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo aborda os principais temas da dissertação sob a perspectiva da ocupação urbana.

2.1 Bacias hidrográficas

Segundo Barrela et al. (2001, p.187):

O termo bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água formados nas regiões mais altas do relevo, onde as águas pluviais ou escoam superficialmente formando riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e lençol freático.

Para Tucci (1997) bacia hidrográfica compreende a toda a área que capta naturalmente a água da precipitação e converge o escoamento para um único ponto de saída. É composta por um conjunto de vertentes e de uma rede de drenagem que forma os cursos de água que ao se confluírem formam o leito único no seu exutório.

Seguindo a mesma linha de raciocínio de Tucci (1997), Barrella et al. (2001) definiram bacia hidrográfica como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, que se delimita pelas regiões mais altas do relevo, divisores de água, onde as águas das chuvas ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático.

Villela e Mattos (1975) definem bacia hidrográfica como uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água tal que toda vazão e efluente sejam descarregados através de uma simples saída.

Ainda conforme Villela e Mattos (1975) os principais componentes da bacia hidrográfica como o solo, a água, a vegetação e a fauna, coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais e àquelas de natureza antrópica, afetando os ecossistemas como um todo. Nesses compartimentos naturais os recursos hídricos, segundo Souza (2002), constituem indicadores das condições dos ecossistemas, no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes.

A Política Nacional de Recursos Hídricos brasileira preconiza a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, sendo um limite nítido para ordenação territorial (SANTOS, 2004).

Como pode ser notado, o conceito de bacia hidrográfica está diretamente associado à noção de sistema, cuja ocorrência de eventos, de origem antrópica ou natural, interferem na dinâmica do sistema, na quantidade e qualidade dos cursos de água.

O entendimento sobre o ciclo hidrológico e suas interações com os demais componentes da bacia hidrográfica é conhecimento primordial para realizar qualquer diagnóstico ambiental de determinada região.

2.2 Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico é o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes e na atmosfera. Esse movimento é alimentado pela força da gravidade e pela energia do sol, que provocam a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes (BRASIL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

O escoamento superficial ou precipitação excedente é o seguimento do ciclo hidrológico que explica o deslocamento das águas na superfície da Terra (PINTO et al., 1976). É a parcela de precipitação total que escoia inicialmente pela superfície do solo, concentrando-se em enxurradas e, posteriormente, em cursos de água maiores e mais bem definida (TUCCI, 1997).

O escoamento superficial inicia-se através da precipitação pluviométrica, sendo parte dela interceptada pela vegetação, parte infiltra no solo e parte pode ser retida em depressões da superfície do terreno. Se a duração da chuva continuar, após o preenchimento dessas depressões, terá início o escoamento superficial propriamente dito. Assim a água que escoia sob a superfície do solo, sem infiltrar, formará a enxurrada que irá compor, junto com o escoamento de base, os córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios (PINTO et al., 1976).

Nas bacias hidrográficas localizadas em áreas urbanas a cobertura vegetal é suprimida e o relevo nivelado, por meio de atividades de corte e aterro, que aumentam o potencial de desenvolvimento da região. Construções e pavimentações de vias reduzem a área de infiltração das águas das chuvas, resultando em aumento do

volume de escoamento superficial, que carregam poluentes e resíduos sólidos para o interior dos canais (BRITO et al., 2013).

As urbanizações desordenadas têm resultado numa série de impactos ambientais. Tal situação tem provocado muita preocupação às populações diretamente afetadas e aos seus gestores, fato que torna cada vez mais necessária a identificação dos fatores que influenciam na qualidade do meio ambiente (GAVA, 2012).

2.3 Impactos ambientais

O CONAMA estabeleceu, por meio da Resolução 001 de 23/01/1986, impacto ambiental como sendo:

“Qualquer modificação das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, provocadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das ações antrópicas que, direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais” (BRASIL, 1986).

Segundo Nascimento (1998), o equilíbrio dinâmico do meio ambiente pode ser rompido pela atividade antrópica, se não forem respeitadas as leis que o promovem. Para Jatobá (2011) a urbanização provoca grandes impactos, igualmente a outras atividades como a agricultura, a pecuária, a mineração e a geração de energia. No entanto, merece uma análise especial, pois gera impactos de forma concentrada e difundi os mesmos para além dos limites urbanos.

A urbanização provoca a impermeabilização do solo e condiciona a introdução de condutos para direcionar o escoamento pluvial, reduzindo assim a infiltração da água no solo e aumentando o escoamento superficial. Os condutos reduzem o tempo de escoamento das águas com velocidades maiores, aumentando também as vazões e antecipando seus picos de tempo (TARGA et al. 2012).

Além disso, a urbanização das bacias aumenta a produção de sedimento gerado devido às construções, limpeza de terrenos, construções de ruas, avenidas e rodovias e todos os outros instrumentos urbanos posteriormente somados à geração e a disposição inadequada dos resíduos sólidos (GAVA, 2012).

O crescimento dessas atividades impulsionadas pelo adensamento populacional e o aumento dos meios técnicos são os fatores básicos que

impulsionaram a ação geológica do homem sobre o meio, marcando os períodos denominados quinário ou tecnógeno (OLIVEIRA, 1994). Ainda de acordo com o autor “no quinário o homem sobrepõe-se ativamente sobre a natureza, a atividade técnica interfere e “constrói” a natureza. O tecnógeno marca o advento das tecnologias e sua constante mutação frente à sociedade”.

Os depósitos tecnogênicos representam o testemunho material da atividade humana que, ao se apropriar da natureza através de suas relações de produção e de emprego de uma técnica que reflete um momento histórico específico de seu nível de desenvolvimento, acaba por produzir modificações na fisiografia das paisagens (BERTÊ et al. 2000).

Os depósitos tecnogênicos são criados pela acumulação de material de variadas formas e composições resultantes do descarte das atividades humanas, os quais adicionados ao ambiente alteram a dinâmica que criam entraves ao desenvolvimento urbano (SILVA e NUNES, 2014).

Para Peloggia (1988), o trabalho de Oliveira (1994) aponta uma simplificação na classificação de depósitos tecnogênicos em função de sua genética, as quais são: construídos (aterros, corpos de rejeitos.) induzidos (assoreamento, aluviões modernos.) modificados (depósitos naturais alterados por efluentes, adubos.).

A rápida expansão da malha urbana da cidade de Araguaína, resultou em impactos ambientais muito parecidos aos ocorridos em outras cidades acima de 100.000 habitantes no Brasil. Em Araguaína destacam-se a disposição inadequada dos resíduos sólidos resultantes da construção civil em ravinas, voçorocas ou em ruas sem pavimentação para compactação no leito, em certos casos até pelas equipes de infraestrutura do município. Os impactos provenientes desse aspecto se maximizam nas estações chuvosas, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, cujo resíduos são carregados, em quantidades significativas, para os vales dos rios, aumentando sensivelmente a acumulação de materiais no leito e nas pequenas planícies de sedimentação constituindo o que se chama de depósitos tecnogênicos induzidos (OLIVEIRA, 1995 e MACHADO, 2004).

A ausência de projeto de planejamento e a necessidade de soluções dos problemas ambientais ocorridos no município de Araguaína, resultam em tomadas de decisões imediatistas sem nenhum efeito duradouro. Um exemplo dessa situação são os depósitos tecnogênicos antigos que são encobertos pela vegetação e uma fina

camada de sedimentos, criando um falso ambiente estável onde são erguidas moradias que com o passar do tempo acabam por apresentar rachaduras ou mesmo desabar, principalmente em vertentes inclinadas próximas aos fundos de vale (MACHADO e OLIVEIRA, 2005).

A água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza. A Resolução nº 357/2005, dispõe que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água, onde a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza.

Já a Resolução CONAMA 430/2011, complementa e altera a 357, determinando que efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e que determinações devem ser observadas quando do lançamento indireto de efluentes no caso de inexistência de legislação, normas ou outras formas de disposições do órgão ambiental competente e/ou diretrizes da operadora de tratamento de esgoto sanitário atuante. Continuando vigente a proibição de lançamento de efluentes que confira características de qualidade em desacordo ao corpo receptor com as metas obrigatórias progressivas estabelecidas em razão de seu enquadramento, além da vedação do lançamento de efluentes que contenham Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's), e a mistura de efluentes com água de melhor qualidade com intuito de diluição dos mesmos.

2.4 Erosão hídrica

A erosão dos solos é entendida como um processo de desagregação, transporte e sedimentação. Essas etapas nem sempre podem ser observadas distintamente, pois podem ocorrer concomitantemente (ELTZ et al., 1984). A ação dos fatores naturais sobre o solo que provocam a erosão é um processo que ocorre de

forma permanente e apesar de alterar as condições de equilíbrio do solo não é a mais impactante, uma vez que estas perdas de solo ocorrem lentamente e em períodos longos, o que permite que a própria natureza, a partir dos processos de formação do solo, o reconstitua (ISMAEL et al., 2013).

Ainda de acordo com Ismael et al. (2013), as ações humanas por meio de práticas que desequilibram as condições naturais e causam a exposição, a compactação e/ou a desagregação do solo, aceleram os processos erosivos originando a erosão acelerada.

Esse tipo de erosão, que é intensificado pela ação antrópica, é conhecido como “erosão acelerada” ou “erosão antrópica”, sendo considerada na literatura uma das principais causas da degradação do solo no mundo, além de causar impactos na qualidade de diversos fatores ambientais, como, por exemplo, a água, a flora, a fauna, o ar, etc. (ARAÚJO et al., 2008).

De acordo com Guerra et al. (2007) 56% da degradação dos solos no mundo é causada pela erosão hídrica, enquanto que 28% desta degradação resulta da erosão eólica.

A erosão hídrica é iniciada através da incidência das gotas de chuva sobre a superfície do solo, provocando a ruptura dos agregados e predispondo-os ao transporte quando o solo se encontrar saturado ou quando a lâmina precipitada é superior à capacidade de infiltração do solo, gerando o escoamento superficial. Depois de transportados, os solos tendem a se depositarem em locais mais baixos, depressões naturais ou reservatórios de água, concluindo assim o processo erosivo (JUNIOR, 2008).

A declividade do terreno, o regime pluviométrico e as características do solo são fatores definitivos das perdas de solo decorrentes da erosão (CAMPOS FILHO et al., 1992).

A supressão vegetal e as modificações de corte e/ou aterros elaborados para a execução dos arruamentos e moradias acabam por alterar a geometria das vertentes, aumentando a declividade e expondo o material anteriormente protegida da ação direta dos agentes climáticos. Os aterros também promovem o recobrimento da vegetação e solo originário, criando áreas de descontinuidades entre materiais heterogêneos, além de elevarem altimetricamente à superfície original, alterando sua declividade (FUJIMOTO, 2005).

O arruamento, mesmo respeitando as normas topográficas, acaba alterando e condicionando o fluxo hídrico para pontos específicos diferentes dos originais. As ruas transformam-se em verdadeiros fluxos superficiais de água durante os períodos chuvosos (FUJIMOTO, 2005).

Os solos desnudos e fragilizados pela urbanização propiciam a formação de sulcos, ravinas e voçorocas, processos erosivos de difícil controle, quase sempre culminando no assoreamento dos recursos hídricos.

Os processos de assoreamento numa bacia hidrográfica encontram-se intimamente relacionado aos processos erosivos, uma vez que são estes que fornecem os materiais que, ao serem transportados e depositados, darão origem ao assoreamento, assim quando aumenta a erosão, haverá consequente aumento do assoreamento em algum lugar a jusante na bacia hidrográfica. O acúmulo de lixos, entulhos e outros detritos no fundo dos córregos e rios aceleram o processo de assoreamento (MATTOS, 2005).

3 MUNICÍPIO DE ARAGUAÍNA

O município de Araguaína foi criado em 14 de novembro de 1958 pela Lei Estadual nº 2.125. Está localizado ao norte do estado do Tocantins, na microrregião 'Araguaína', com uma área de 4.000 km² e distante 380 km da capital Palmas e a 1.100 km de Brasília/DF (PEREIRA, 2013).

A sede do município (Figura 2) possui altitude média de 227 metros, nas coordenadas de 07°11' 27" de latitude Sul e 48° 12' 25" de longitude Oeste. No Estado do Tocantins limita-se com os municípios de Aragominas, Babaçulândia, Carmolândia, Filadélfia, Muricilândia, Nova Olinda, Palmeirante, Pau d'Arco, Piraquê, Santa Fé do Araguaia e Wanderlândia. O rio Araguaia estabelece a divisa com o Estado do Pará, município de Floresta do Araguaia (SEPLAN, 2016).

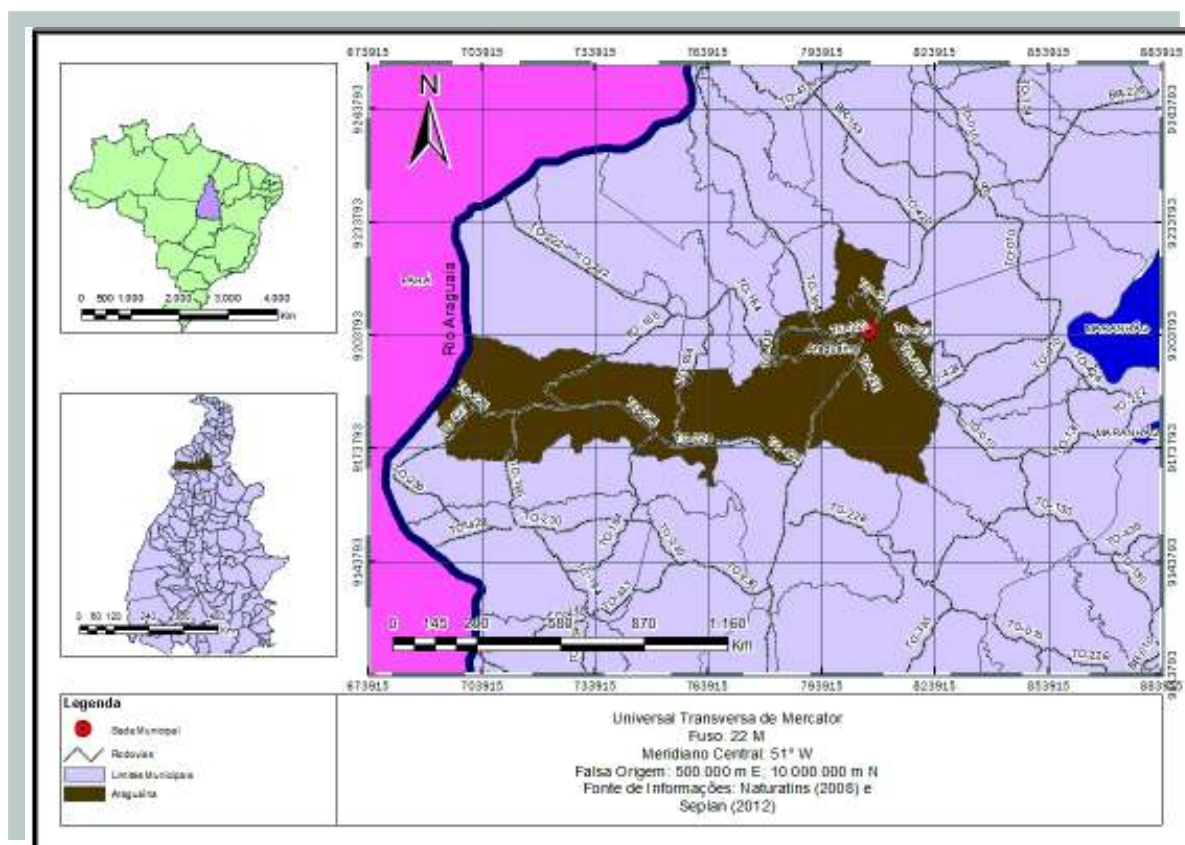


Figura 2: Localização e limites municipais e estaduais de Araguaína - TO.
Fonte: SEPLAN - TO (2017).

A rodovia BR-153, que corta o município no sentido norte-sul, é a principal via de acesso à cidade. Já no sentido Leste-Oeste, a principal estrada de acesso à cidade é a rodovia estadual TO-222, interceptando a área da pesquisa.

As leis municipais de Araguaína/TO: nº 1.828/1998; 2.495/2006; nº 001/2010; decreto nº 019, de 1º de março de 2012, dispõe sobre o mapa do perímetro urbano, estabelecendo que os loteamentos aprovados que estão localizados em Zona Rural também passarão a ser considerados em Zona Urbana e dão outras providências, estabelecendo o Perímetro Urbano do Município.

O Plano Diretor do município aprovado em Lei nº 2424 e por Lei complementar nº 051 de outubro/2017, dispõe sobre a revisão do plano diretor do município de Araguaína e dá outras providências, destacando em Seção II: da preservação e uso sustentável do meio ambiente em seu **Art. 8º**: A proteção e a valorização do meio ambiente natural e construído serão feitas mediante: I - adoção de providências para reordenamento físico e implantação efetiva da Área de Proteção Ambiental – APA Nascentes de Araguaína, em concordância com o perímetro urbano; II - integração do ambiente natural e artificial aos aspectos sociais e culturais locais; III - recuperação das áreas ambientalmente degradadas; VI - utilização adequada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, dos solos, da fauna e flora; VII - proteção das ambiências naturais e construídas de interesse cultural; e VIII - atendimento ao estabelecido na Política Ambiental do Município de Araguaína, no seu **Art. 11**: A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente – APP somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental e em seu **Art. 12º** que estabelece que nas Áreas de Preservação Permanente – APP do Município cabe ao Poder Executivo, com a participação da sociedade, a adoção das seguintes ações: I - aumento da fiscalização e coibição de ocupações irregulares; II - promoção de programas de limpeza, saneamento e despoluição dos corpos hídricos, no Art. 13º: III - as áreas de vegetação constituídas por mata ciliar dos corpos d'água, ficam consideradas prioritariamente como áreas verdes urbanas destinadas à proteção dos recursos hídricos e IV: executar macrodrenagem urbana dos cursos d'água, em bacias antropizadas, promovendo, concomitantemente, o sistema de esgotamento sanitário e em **parágrafo único**: que destaca que o desmatamento somente poderá ocorrer mediante a autorização de supressão da vegetação, emitida pelo órgão competente e convalidada pelo chefe do poder executivo municipal (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAGUAÍNA, 2017).

O Código Florestal lei nº 12.651/2012 em consonância com o referido Plano Diretor, incorpora a importância das Áreas de Preservação Permanente (APP), porém o Córrego Baixa Funda ao longo dos anos vem sofrendo sistematicamente com a grande quantidade de lixo, esgoto e entulho que é jogado em toda sua extensão, inclusive com uma erosão em processo acelerado (Figura 3) situada na Avenida Filadélfia, que está localizada às margens do Córrego Baixa Funda, onde com o rompimento da pista, está sendo depositado lixo de toda espécie, poluindo o meio ambiente, carreando sedimentos/solos e lixo para ao leito do córrego, causando cada vez mais o assoreamento do mesmo, o que vem a ser um contra cesso sem precedentes com o atual Plano Diretor do município.



Figura 3 - Erosão sobre a Avenida Filadélfia.
Fonte: Seplan/2014.

3.1 Formação Histórica

De acordo com a bibliografia disponível a etnia Karajá foram os primeiros a ocupar as terras onde se encontra o município de Araguaína, sendo que atualmente habitam as margens do Rio Araguaia, numa pequena reserva sob a orientação da Fundação Nacional do Índio – FUNAI, em Aruanã, Goiás (SEPLAN, 2016).

Existem informações sobre sítios arqueológicos pré-coloniais na área, os quais ainda não foram devidamente estudados, mas que estão associados com grupos humanos anteriores a etnia Karajá, portanto, os primeiros a ocuparem a região.

O desbravamento do município ocorreu no ano de 1876 com a chegada de João Batista da Silva e sua família, originários de Paranaguá/PI. A família do primeiro desbravador estabeleceu-se à margem direita do Rio Lontra, que aos poucos recebia outras famílias. Assim, originou-se um povoado ao qual denominaram Lontra (SEPLAN, 2016).

Os primeiros colonizadores dedicaram-se inicialmente ao cultivo de cereais, para seu sustento, os quais também usavam para fins lucrativos juntamente com a cultura de café, a qual foi extinta, por dificuldades no escoamento da produção, decorrente da ausência de vias terrestres para transporte (SEPLAN, 2016)

De acordo com Lopes (2005), logo depois de pertencer aos municípios de São Vicente (atual Araguatins) e Boa Vista do Tocantins (atual Tocantinópolis), e ao recém-criado município de Filadélfia em 1949, o povoado “Lontra” passou a ser chamado de “Araguaína” nesse mesmo ano, nome que provém em homenagem ao Rio Araguaia.

Cerca de 1,7 milhões de pessoas dependem indiretamente de Araguaína, segunda maior cidade do estado em termos de população, com 175.960 habitantes (IBGE, 2017). Araguaína é o município de maior representatividade na economia (PEREIRA, 2012; PEREIRA, 2013), sendo de suma importância para desenvolvimento do Estado do Tocantins, conhecida popularmente como “Capital do Boi Gordo”, por ser forte a criação de nelore para corte. A cidade situa-se na região do Bico do Papagaio (420 km de Palmas e 1150 km de Goiânia). A sua principal ligação ao Centro-Sul do país é a BR-153, que vai de Belém ao Rio Grande do Sul (LEANDRO, 2015).

Araguaína está localizada em posição estratégica e privilegiada no norte do Estado do Tocantins, próxima do Pará e do Maranhão. Recebe cada vez mais investimentos e se consolida na região. O crescimento das cidades médias, aquelas com mais de 100 mil e menos de 500 mil habitantes tem sido grande fenômeno nacional. Araguaína tem um consumo local que cresce 7% ao ano, abastecendo todas as pessoas que moram em um raio de 200km, o sudeste do Pará e o sudeste do Maranhão (PEREIRA, 2012, p.56).

3.2 Clima da região de estudo

O clima predominante na região de Araguaína/TO é o B1wA'a', caracterizado como úmido com moderada deficiência hídrica no inverno. A variação média anual de precipitação é entre 1.400 e 1.700 mm, distribuindo-se no verão em torno de 390 a 480 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada. (SILVA e SILVA, 2006). A temperatura média anual é de 26°C, máxima de 32°C, e mínima de 20°C. (LEANDRO, 2015).

As condições meteorológicas reinantes na região de Araguaína são tipicamente continentais equatoriais no período chuvoso e, no período de estiagem, continentais tropicais. De acordo com dados referentes aos 13 últimos anos da Estação Meteorológica da UFT (Universidade Federal do Tocantins), campus de Araguaína, a região é caracterizada por uma média pluviométrica de 1.804,9 mm anuais, temperatura média anual é de 24,9°C, média anual da umidade relativa do ar de 79,9%.

Durante o período chuvoso, de outubro a março, ocorrem penetrações esparsas de frentes frias vindas do Sul, que sofrem o efeito do relevo, forçando a elevação do ar continental, instabilizando-o ainda mais, aumentando o índice pluviométrico. Sendo os meses mais chuvosos: dezembro, janeiro e fevereiro. Já durante a época da seca, de abril a setembro, a massa continental equatorial se retrai, favorecendo o avanço do ar continental tropical, mais frio e seco, à região norte, definindo deste modo o período de menor pluviosidade, onde ocorre em alguns períodos nenhuma precipitação por mais de 30 dias. Durante a noite a temperatura cai mais rapidamente e durante o dia ela se eleva, também de forma mais rápida. (SILVA e SILVA, 2006).

3.3 Aspectos Geológicos e Hidrogeológicos

A geologia de Araguaína é formada pelas unidades Motuca, Sambaíba e Mosquito (Bacia Sedimentar do Parnaíba).

A Formação Motuca (PTRm), é composta por arenitos com estratificação cruzada e intercalações de argilitos, folhelhos e siltitos, bem como níveis de calcário, gipsita e anidrita. Na base, ocorrem restos de madeira petrificada (*Psaronius*). A litoambiência dessa formação é continental lagunar e eólico, com incursões marinhas (CPRM, 2001).

A Formação Sambaíba (TRs) é composta por arenitos de granulação fina a média, apresentando grãos foscos bem selecionados e estratificação cruzada tangencial. Localmente, ocorrem arenitos finos com estratificação cruzada planar. A litoambiência dessa formação é continental desértico (eólico) (CPRM, 2001).

A Formação Mosquito (TRJm) é constituída por basaltos cinza-escuros marrom-avermelhados, maciços, às vezes amigdaloidais com intercalações centimétricas de arenitos vermelhos finos; diques e siltes de diabásio. A litoambiência dessa formação é o magmatismo fissural (CPRM, 2001).

Os arenitos encontrados na Formação Motuca e principalmente na Formação Sambaíba, caracterizam-se pela boa capacidade de armazenamento de água. A Formação Sambaíba é formada por arenitos vermelhos a cor-de-rosa, cremeclaro/esbranquiçado, em geral finos a médios, subangulosos a subarredondados. Destaca-se a estratificação cruzada de grande porte, típicas de sedimentos eólicos. O ambiente é desértico, com contribuição fluvial. Esses terrenos são sensíveis à interferência, devido a erodibilidade das coberturas arenosas que, ao terem o solo superficial removido ou concentração do escoamento superficial, apresentam alto risco de erosão intensa, o que lhes confere susceptibilidade forte à erosão concentrada (ROOS, 1990). Realidade que pode ser analisada de duas maneiras distintas: enquanto solo e rocha proporcionam uma boa infiltração para formação dos aquíferos, por outro lado a fragilidade do solo, aumenta a erodibilidade.

Assim, os aquíferos explorados na cidade para o abastecimento de água são encontrados em grande parte nessas duas formações, ressaltando a importância deles para a cidade de Araguaína. A (Figura 4) apresenta o mapa geológico.

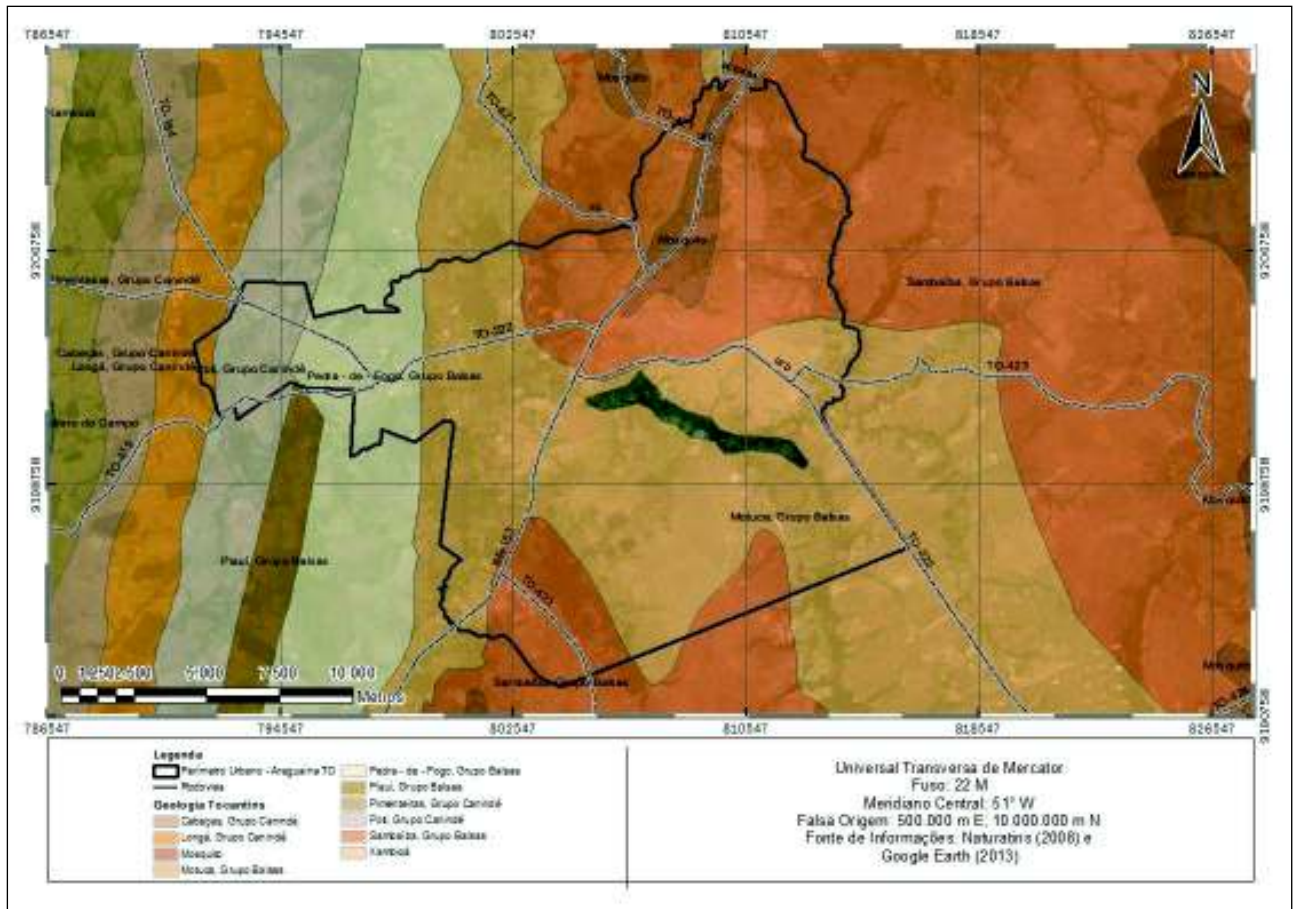


Figura 4: Mapa geológico do município de Araguaína - TO.
Fonte: SEPLAN-TO (2016).

3.4 Recursos hídricos

De acordo com a classificação da SEPLAN-TO (2012) para as grandes bacias hidrográficas no território tocantinense, a área urbana do município de Araguaína está inserida na Bacia do Rio Lontra (Figura 5).

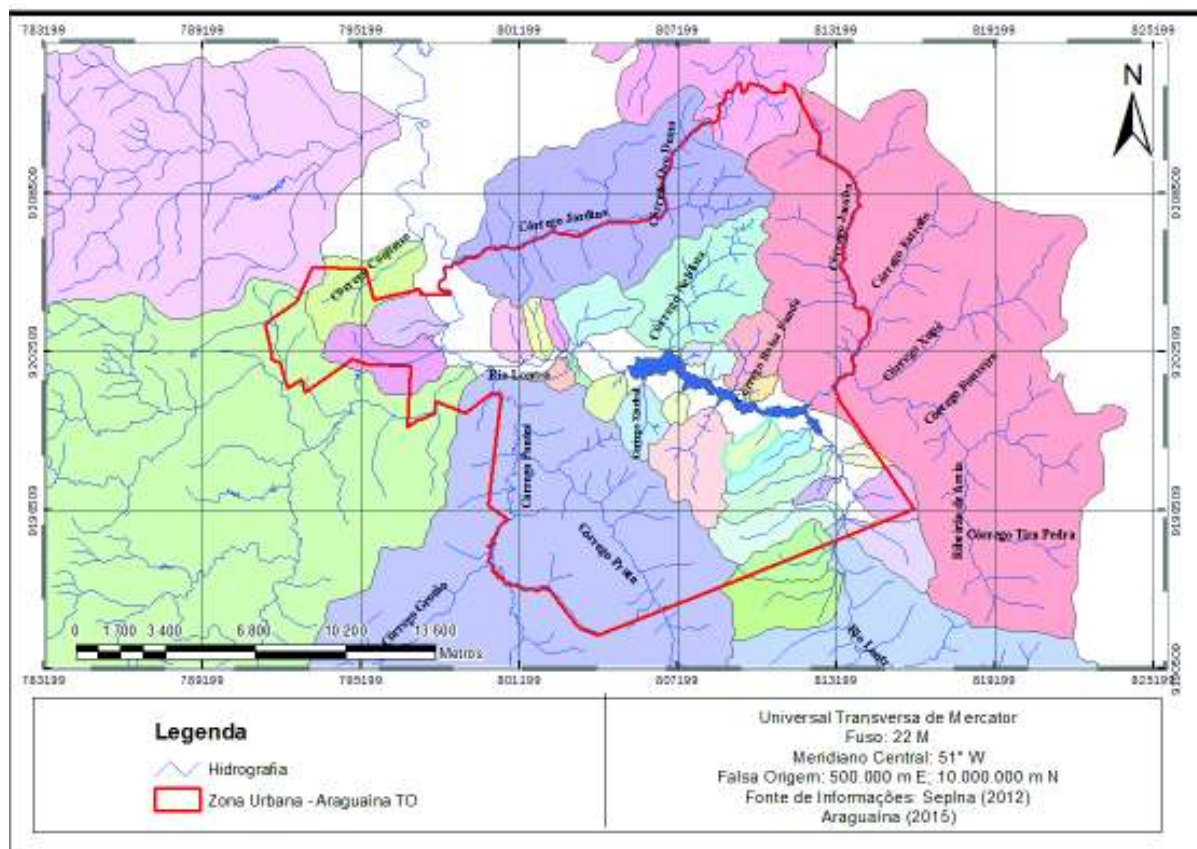


Figura 5: Mapa hidrográfico de Araguaína - TO.
Fonte: SEPLAN-TO (2016).

O Córrego Baixa Funda em Araguaína – TO, é afluente do Rio Lontra, o qual desagua no rio Araguaia. (SEPLAN-TO, 2016).

Na bacia do Rio Lontra é possível identificar várias sub-bacias. As mais importantes para a zona urbana de Araguaína são as do Ribeirão Jacuba, do Ribeirão Areia e do córrego Neblina. Esses cursos d'água apresentam processo de degradação ambiental provocado pela ação antrópica, tanto pela ocupação indevida de suas margens e nascentes, por residências, como pelas instalações comerciais e de serviços, como os lava-jatos, por exemplo.

Segundo Machado (2011), nos últimos 30 anos a cidade de Araguaína dobrou sua população, apresentando um crescimento desordenado, em que a falta de planejamento municipal vem possibilitando ocupações de áreas inadequadas para moradias, como nas áreas de preservação permanente (APP's).

Os córregos Ribeirão, Neblina, Canindé e Baixa-Funda, entre outros, mas principalmente o córrego Neblina, tiveram suas margens ocupadas por residências,

prédios comerciais e vias públicas, descaracterizando por completo o espaço físico natural das APP's, eliminando a flora e fauna natural dessas áreas (SEPLAN, 2016)

Os mesmos autores citados acima constataram, através de levantamentos de campo, que o córrego Neblina se encontra em processo de degradação, em função de:

- Desmatamento da nascente e margens ao longo do curso, ocasionando erosão e assoreamento;
- Construções irregulares adentrando suas margens e nascente, o que pode ocasionar compactação do solo e até mesmo a mudança de percurso do córrego, resultando em enchentes;
- Esgoto doméstico e de serviço canalizado diretamente para dentro do seu leito, causando poluição;
- Descaso da população de modo geral em poluir sem controle.

Araguaína possui ainda uma região muito rica em nascentes, próximo aos seus limites territoriais com os municípios de Babaçulândia e Wanderlândia, protegida por Lei Estadual nº 1.116, de 09 de dezembro de 1999, que dispõe sobre a Área de Proteção Ambiental das nascentes de Araguaína – APA de Araguaína. (LEI, 1.116/1999).

3.5 Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na bacia do córrego do Baixa Funda, localizado em área urbana do município de Araguaína - TO, e que se encontra na região nordeste (NE) do estado de Tocantins. Em relação ao centro do município a bacia está na região sudeste (SE).

A área da bacia hidrográfica em estudo é de 5,4 Km² (Figura 2) e abrange 22 bairros, sendo pela margem direita: Residencial Camargo, Vila Ribeiro, St. Itaipu, St. Palmas, St. Alto Bonito, St. Céu Azul, St. Tiúba, Parque Primavera, Vila Nova, Vila Bragantina, St. Coimbra, Vila Patrocínio, Jardim das Flores, St. Tocantins. Pela margem esquerda os bairros: Jardim Paulista, St. Urbano, Eldorado, St. Carajás, St. Santa Terezinha, St. Santa Luzia e São João, e ainda o Araguaína Sul que abrange as duas margens. A bacia está quase totalmente urbanizada, com zona residencial,

alguns comércios como lava jatos, oficinas, serralherias, hipermercados e pequenos comércios. A população da área de pesquisa está estimada em aproximadamente 14 mil habitantes. Na tabela 1 tem-se os bairros situados com a bacia em estudo, a respectiva população, número de moradias e coordenadas geográficas de acordo com o mapa da figura 6.

4 METODOLOGIA

O estudo é observacional com abordagem quantitativa e qualitativa, e composto por três etapas: campo, gabinete e laboratório.

- Campo:

Percorrimento da área para identificação e descrição de pontos indicadores de impactos ambientais utilizando-se mapas e cartas temáticas como geologia, solos, geomorfologia e topográfico, além de imagens de satélite. Também foi realizado registro fotográfico e obtenção de coordenadas utilizando-se GPS (Sistema de Posicionamento Global) modelo Garmim Montana 650. Foram escolhidos 10 pontos para a abordagem do tema da pesquisa.

O estabelecimento do número de pontos deve-se ao fato de que após o percorrido preliminar da área constatou-se que 10 pontos seriam a suficiente para representar a realidade da área, evitando-se a excessiva repetição de pontos semelhantes.

A ecologia de paisagens é a abordagem teórica utilizada neste estudo, onde se observa a influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território. Nesta perspectiva a paisagem é vista como o fruto da interação da sociedade com a natureza (METZGER, 2001).

A escolha e a caracterização dos pontos levaram em conta o potencial de impacto para a população, como em relação ao deslocamento, no caso de processos erosivos; de impacto a saúde, no caso de depósitos tecnogênicos construídos (descarte de lixo irregular); de impacto na qualidade da água, como lançamento de esgotos sem tratamento, por exemplo.

- Gabinete:

No gabinete foi realizada pesquisa bibliográfica referente ao tema, caracterização da área de pesquisa, escolha dos pontos amostrais para coleta de água, estratégia de percorrido da área, análise e interpretação dos dados de campo e de laboratório.

Estimou-se o cálculo da população dos bairros que integram a Bacia do córrego Baixa Funda levando-se em conta a área de cada bairro que está inserido na bacia e a proporção em relação a população do bairro, conforme tabela 1.

Trata-se de um estudo exploratório e descritivo no qual, o método exploratório é utilizado para obtenção de informação sobre o tema pesquisado. O estudo descritivo descreve e documenta os aspectos da situação abordando todas suas características (MARCONE e LAKATOS, 1999, BOLPATO, 2012).

- Laboratório

O trabalho de coleta das amostras de água foi realizado nos meses de março e setembro de 2017, compreendendo o período chuvoso e de estiagem. Foram realizadas coletas em três pontos: extremidade montante, ponto intermediário do canal e extremidade jusante do córrego.

Os métodos e normas dos trabalhos de coleta das amostras e análises laboratoriais estão fundamentados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AWWA, 2005).

Os parâmetros analisados são físicos, químicos e bacteriológicos de qualidade de água, submetidos ao Índice de Qualidade das Águas (IQA) da CETESB. O Índice de Qualidade de Água – IQA, foi feito utilizando uma planilha pré-programada do Excel de 2016. Todas as amostras coletadas foram armazenadas em caixa térmica e mantida refrigerada até o início do processo analítico no laboratório.

Os parâmetros físicos analisados nas amostras dos pontos (1, 7 e 10) foram: cor, turbidez, temperatura da água e do ar e resíduo total; os parâmetros químicos são Demanda Bioquímica do Oxigênio, Demanda Química do Oxigênio, fósforo total, Oxigênio Dissolvido, pH e nitrogênio total; os parâmetros bacteriológicos são coliformes totais e termotolerantes.

Tabela 1 Localização dos pontos diagnosticados no córrego Baixa Funda

Ponto	Localização
Ponto 1	Localizado na extremidade montante do Córrego Baixa Funda, as margens da rodovia TO 222 que liga Araguaína a Carolina MA.
Ponto 2	Localizado há 50 metros a jusante do ponto 1, recebe grande parte da carga pluvial dos bairros da margem direita do córrego.
Ponto 3	Localizado na margem esquerda do córrego, dentro do bairro Residencial Camargo.
Ponto 4	Localizado na divisa dos bairros Residencial Camargo e Itaipu, na margem direita do córrego.
Ponto 5	Localizado no Setor Palmas, a sudeste da cidade de Araguaína, na margem direita do córrego.
Ponto 6	Localizado na cabeceira do córrego Cará, afluente do córrego Baixa Funda. Esse ponto margeia uma das principais avenidas da cidade de Araguaína, a Av. Filadélfia, próximo ao centro da Cidade.
Ponto 7	Localizado na parte intermediária do córrego Baixa Funda, na confluência com córrego Cará.
Ponto 8	Localizado sob a ponte que liga o St. Tiúba, St. Alto Bonito e Céu Azul, ao centro da cidade de Araguaína, no sentido sudeste para nordeste.
Ponto 9	Localizado no St. Jardim Paulista, à rua dos Violeiros, esquina com rua dos Fazendeiros.
Ponto 10	Localizado na extremidade jusante do córrego Baixa Funda, caracterizando a foz da bacia, desaguardo no Rio Lontra.

As análises referentes ao período chuvoso foram realizadas no Laboratório de Controle e Monitoramento Ambiental da Pontifícia Universidade Católica - Goiás, em Goiânia.

As análises referentes ao período de estiagem foram realizadas no Laboratório de Saneamento da Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do Tocantins - FAPTO, localizada na cidade de Palmas – TO.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesse projeto de pesquisa foi subdividido na caracterização dos pontos realizado em campo, na análise de água realizada em laboratório e na avaliação dos impactos ambientais descritos na tabela 6, finalizando com a proposta de intervenção com um projeto de engenharia.

5.1 Caracterização dos pontos

O levantamento dos dez pontos caracterizados, estão apresentados no mapa da figura 6, onde estão indicadas erosões, lixiviação, depósitos tecnogênicos, ocupação irregular de APP e supressão de mata ciliar. Muitos desses impactos se repetem ao longo dos pontos. Descreve-se sucintamente os impactos encontrados em cada um deles.

De acordo com Roos (1990) a ação do ser humano sobre os recursos naturais é cada vez mais intensa, causando alterações de forma mais intensa, que o ritmo natural destas mudanças.

A ação sobre o meio ambiente altera o sentido natural das coisas, pelas quais, a natureza vem se pautando há séculos, gerando riscos e efeitos sobre os ecossistemas e a biodiversidade.

Sempre que se produz alguma atividade na natureza, o homem altera suas formas e sua interação, no entanto, essa ação tem se tornado grosseira e alarmante e a natureza às vezes não é capaz de recompor, ou seja, o que levou séculos para ser criado ou transformado, o homem com sua ação devastadora leva pouco tempo para destruir. Essa realidade é bem visível em inúmeros córregos e rios (AIRES, 2013).

Além da realização das análises de água em laboratório, todos os dez pontos foram georreferenciados dentro da bacia, compreendendo os pontos mais críticos a serem descritos na figura 7.

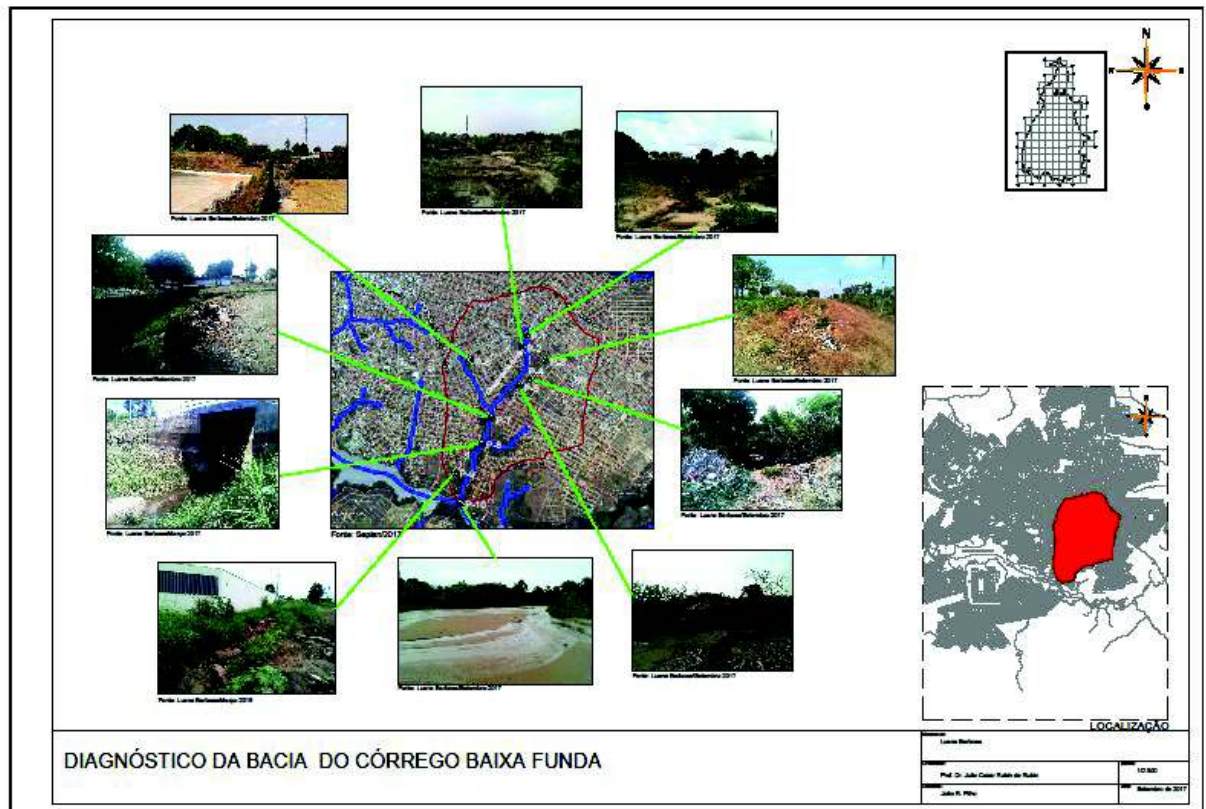


Figura 7: Diagnóstico da Bacia do Córrego Baixa Funda.
Fonte: SEPLAN/Araguaína (2017).

Ponto 1 – Coordenadas UTM 810296,48m E e 9203368,09m S:

Está localizado na Rodovia TO-222 que faz a ligação entre os municípios de Araguaína - TO e Carolina – MA, sentido oeste para leste, na extremidade montante da área de pesquisa. Recebe toda a carga do sistema pluvial, além de efluentes dos bairros da área de contribuição, como comércios de vários segmentos, oficinas mecânicas, lava jatos e hipermercados.

O local tem uma área total de 541,492 m², com uma voçoroca de profundidade média de 4m e extensão de aproximadamente 3km. Estima-se que tenha sido retirado do local um volume de 216,023 m³ de solo/sedimento/rocha alterada. Percebe-se nesse ponto a ausência do cumprimento da legislação ambiental (Figuras 8 e 9), onde a degradação ambiental é acentuada.

Erosões do tipo voçorocas podem chegar a vários metros de comprimento e de profundidade, devido ao fluxo de água que é possibilitado em seu interior, causando uma grande movimentação de partículas. As voçorocas podem ser o resultado de erosão superficial, erosão subsuperficial e movimentos de massa. O processo de desenvolvimento se dá nos diferentes seguimentos das encostas das voçorocas, onde atuam diferentes processos de erosão, ocorrendo pequenos deslizamentos rotacionais, o que acabará gerando um fluxo de movimento de massa, mesmo após o período chuvoso. Existem fatores que atuam na intensidade da erosão: a erosividade do agente (potencial de erosão da água), e a erodibilidade do solo (representa a suscetibilidade erosão do solo) (BACELLAR, 2006).

Observa-se neste ponto o assoreamento, ocasionado, principalmente, pela ausência de matas ciliares, com o lixo sendo despejado livremente, o que acarreta vários problemas como os que já se observam nas grandes cidades. Nota-se a presença de papelão, saco plásticos, copos, garrafas descartáveis, restos de entulhos, além de esgotos in natura. A retirada da mata ciliar, bem como o represamento do lago, carreamento de partículas do solo e lixo, são fatores responsáveis pelo seu assoreamento, principalmente em época de chuva, quando os rios transbordam causando vários transtornos à população.

São imprescindíveis que sejam tomadas medidas mitigadoras para amenizar os impactos e até mesmo solucionar problemas relacionados ao assoreamento, como elaborar planos de educação ambiental para a população circunvizinha do córrego, proteger espécies raras, endêmicas, vulneráveis, ou em perigo de extinção, preservar os recursos hídricos, contribuir para o monitoramento ambiental. Além disso, é necessário que seja cobrado do órgão público responsável pela limpeza urbana, a atividade de coleta de lixo semanalmente para os locais próximo ao córrego (LEANDRO, 2015).

Neste ponto também foi coletado amostra de água nos períodos chuvoso conforme (figs. 9 e 11) e período de estiagem conforme (figs. 10 e 12).



Figura 8: Situação do P-1 no período chuvoso. Presença de Assoreamento e Taludes em desmoronamento
Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 9: Situação do P-1 no período de estiagem. Ponto da nascente, com processo acelerado da voçoroca.
Fonte: Luana Barbosa (2017)



Figura 10: Coleta de água no P-1 realizada em março/2017, período chuvoso. Ponto de recebimento do maior fluxo hídrico.
Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 11: Coleta de água no P-1 realizada em setembro/2017, período de estiagem. Presença de depósitos tecnogênicos.

Fonte: Luana Barbosa (2017).

Ponto 2 – Coordenadas UTM 810223,23m E e 9203224,10m S:

Localizado há 50 metros a jusante do ponto 1, recebe grande parte da carga pluvial dos bairros da margem direita do córrego. Conforme se verifica nas figuras 13 e 14, a área está em franco processo de erosão, consequência da retirada da mata ciliar. Pode-se observar na figura 14, que a mata ciliar foi totalmente suprimida, a população residente no entorno quando não põe fogo na vegetação, faz supressão tornando o barranco suscetível a queda, piorando ainda mais o assoreamento do córrego. Nas figuras 13 e 14 observa-se a situação da vegetação local, comparando a situação da área no intervalo de 1 ano e 4 meses. Este ponto evidencia a característica da vegetação local, onde a espécie *Mauritia flexuosa*, conhecida popularmente por buriti, sobrevive em meio ao assoreamento e a erosão.



Figura 12: Situação do P-2 em 18-05-2016. Assoreamento Com presença de vegetação nativa.
Fonte: Luana Barbosa (2016).



Figura 13: Situação do P-2 em 21-09-2017. Processo acentuado de voçoroca, vegetação nativa em alto estágio de degradação e presença de assoreamento acentuado
Fonte: Luana Barbosa (2017).

Ponto 3 - Coordenadas UTM 810579,32m E e 9202983,48m S:

Localizado na margem esquerda do córrego, dentro do bairro Residencial Camargo, o qual ainda não conta com infraestrutura urbana nem saneamento básico. A presença de depósitos tecnogênicos construídos (descarte irregular de lixo doméstico e de construção civil) é notório nesse ponto (figs. 15 e 16) e em quase todo o bairro, pois ainda não foi totalmente ocupado. A ausência de infraestrutura é uma agravante, pois o sistema de drenagem pluvial não funciona e como as vias públicas ainda não foram pavimentadas não há presença de bueiros, ocasionado no período chuvoso a lixiviação desse material para dentro do córrego.



Figura 14: Situação do P-3. Especulação imobiliária, Ação antrópica próximo a mata ciliar. Ausência de drenagem neste bairro.

Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 15: Situação do P-3. Presença de depósitos tecnogênicos e ausência de drenagem urbana
Fonte: Luana Barbosa (2017).

Ponto 4 - Coordenadas UTM 810361,04m E e 9202713,65m S:

Localizado na divisa dos bairros Residencial Camargo e Itaipu. Possui comércios de vários segmentos, como oficinas, lava jatos, pequenos açougues e comércios de vendas. O nível social da população deste bairro é de pequeno a médio (IBGE, 2016). Os moradores desse local dispõem os resíduos as margens do córrego, além de provocarem supressão da mata ciliar. Os depósitos tecnogênicos além de causar impacto ao meio ambiente podem causar sérios danos à saúde humana como, por exemplo, a proliferação de vetores. A reconstrução das áreas de APP's seria um grande problema social, pois teria que retirar inúmeras famílias, entretanto é uma ação de necessidade primária (Figs.17 e 18).



Figura 16: Situação do P-4. Presença de depósitos tecnogênicos na margem do córrego. Depósito irregular de resíduos
Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 17: Situação do P-4. Depósito irregular de resíduos
Fonte: Luana Barbosa (2017).

Ponto 5 - Coordenadas UTM 810185,83m Ee9202606,94m S:

Localizado no Setor Palmas, a sudeste da cidade de Araguaína, predominantemente ocupado pela classe social baixa. A maioria das casas foi obtida por invasão, não havendo regularização fundiária, conforme a figura 19.

Nesse ponto não há saneamento básico, nem coleta de lixo, tampouco drenagem das águas pluviais e dos efluentes sanitários. A coleta de esgoto em Araguaína está em torno de 35% (BRK Ambiental), sendo priorizada a implantação do sistema de tratamento para o centro da cidade. Segundo a companhia de saneamento a previsão de universalização do tratamento de efluentes é para o ano de 2020. A ausência da questão fundiária, social e política, favorece os impactos ambientais em relação a poluição do solo e da água. A intervenção do governo para que essa população desocupe as margens do córrego é necessidade primária. Pode-se observar nas figuras 19 e 20 que a falta de fiscalização e o não descumprimento da legislação ambiental tem acelerado a degradação do córrego Baixa Funda.



Figura 18: Situação do P-5. Ocupação inadequada de residência. Ausência de drenagem e saneamento
Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 19: Situação do P-5. Disposição e queima irregular de resíduos

Fonte: Luana Barbosa (2017).

Ponto 6 - Coordenadas UTM 809341,29m E e 9202910,07m S:

Localizado na cabeceira do córrego Cará, afluente do córrego Baixa Funda. Esse ponto margeia uma das principais avenidas da cidade de Araguaína, a Av. Filadélfia. O local está totalmente impermeabilizado e há presença de comércios, posto de gasolina, açougues, supermercados, além de muitas residências. As margens do córrego Cará estão ocupadas por residências sem obedecer a faixa da área de preservação permanente. Os efluentes domésticos escoam para dentro do córrego, e o forte odor desse ponto é notório. Evidenciou-se os depósitos tecnogênicos as margens do córrego (Figs. 21 e 22).



Figura 20: Situação do P-6. Canalização do córrego Cará /Afluente do córrego Baixa Funda
Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 21: Situação do P-6. Canalização do córrego Cará /Afluente do córrego Baixa Funda
Fonte: Luana Barbosa (2017).

Ponto 7 - Coordenadas UTM 809610.00m E e 9201757.00m S:

Localizado na parte intermediária do córrego Baixa Funda, na confluência com córrego Cará. Verifica-se presença de depósitos tecnogênicos construídos (descarte irregular de lixo doméstico e de construção civil) nas margens dos dois córregos. Pode se observar invasão de APP, assoreamento, e supressão vegetal. As ruas dos bairros contribuintes deste ponto não estão pavimentadas, favorecendo o carreamento de sedimentos para os córregos, acentuando ainda mais os processos erosivos e assoreamento (Figs. 22 e 23).

Os bairros interligados pela ponte sobre o córrego ainda não têm infraestrutura urbana e a maioria das vias não são pavimentadas. Neste ponto foram colhidas amostras de água (Figs. 24 e 25).

As Áreas de Preservação Permanente (APP) suprimidas das margens do córrego nesse ponto são definidas pelo Código Florestal lei nº 12.651/2012 e, de acordo com a Lei 6.938/81 sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, estas áreas são consideradas como reservas ecológicas (BRASIL, 1981).

As APP's foram criadas para proteger o ambiente natural, o que significa que não são áreas apropriadas para a alteração de uso da terra, devendo estar cobertas com a vegetação original. A cobertura vegetal nestas áreas irá atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para a regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, o que traz benefícios também para a fauna (NUNES, 2010).

A proteção de nascentes, que é o afloramento do lençol freático, que dará origem a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios), é o benefício e importância das APP's. Em virtude de seu valor inestimável, deve ser tratada com cuidado, havendo leis federal, estadual e municipal abrangendo as mesmas (BRASIL, 2006).



Figura 22: Situação do P-7, lixo disposto no leito do córrego Baixa Funda, período de estiagem.
Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 23: Situação do P-7, margem esquerda do córrego Baixa Funda, período de estiagem. Disposição irregular de resíduos as margens do córrego.
Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 24: Situação do P-7, coleta de água no período chuvoso, em baixo da ponte no centro do córrego Baixa. Análise de água no ponto 7, período chuvoso Funda. Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 25: Situação do P-7, coleta de água no período de estiagem, abaixo da ponte no centro do córrego Baixa Funda. Fonte: Luana Barbosa (2017).

Ponto 8 - Coordenadas UTM 809610,61m E e 9201757,71m S:

Localizado sob a ponte que liga o St. Tiúba, St. Alto Bonito e Céu Azul, ao centro da cidade de Araguaína, no sentido sudeste para nordeste. Assim como nos pontos anteriores, os depósitos tecnogênicos também estão presentes, além de supressão vegetal na APP, comprometendo a vegetação ciliar. Conforme figuras 26 e 27, a construção da residência iniciada, evidencia o descarte de resíduos as margens do córrego carreando todo o material. O ponto está margeando uma via bastante movimentada por automóveis, ônibus urbanos e pedestres, favorecendo a degradação ambiental deste ponto.



Figura 26: Situação do P-8, casa sendo edificada as margens do córrego Baixa Funda, período de estiagem.
Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 27: Situação do P-8, casa edificada na APP do córrego Baixa Funda, período de estiagem.

Fonte: Luana Barbosa (2017).

Ponto 9 - Coordenadas UTM 809210,37m E e 9201326,09m S:

Localizado no St. Jardim Paulista, à rua dos Violeiros, esquina com rua dos Fazendeiros, ponto de escoamento das águas pluviais deste bairro. Por não haver sistema de drenagem, uma erosão se formou no local, que passou a ser utilizado pela população para descarte de lixo conforme (figs. 29 e 30). De acordo com informações obtidas no local, este procedimento foi adotado no intuito de inibir que essa erosão aumente.



Figura 28: Situação do P-9, ausência de infraestrutura.
Erosão aberta em via pública. (Março 2016)



Figura 29: Situação do P-9, ausência de infraestrutura.
Erosão aberta em via pública. (Janeiro 2018)

O intenso metabolismo verificado nas cidades é resultado do crescimento populacional e do excessivo consumo da sociedade, tornando as cidades, tais como existem hoje, insustentáveis. Os ecossistemas urbanos possuem um metabolismo muito intenso, resultando em uma grande produção de resíduos, em quantidades

maiores do que a capacidade de absorção e depuração do meio ambiente. A falta de consciência da população em relação à importância de reduzir, reutilizar e reciclar o lixo produzido, é associado ao consumo excessivo. (LAYRARGUES, 2002).

Ponto 10 - Coordenadas UTM 809253.00m E e 9200863.00m S:

Localizado na extremidade jusante do córrego Baixa Funda, caracterizando a foz da bacia onde há indícios de forte assoreamento. Os parâmetros físicos como a cor e a turbidez da água indicam uma qualidade irregular. A área de influência do ponto, em sua maior parte, não está impermeabilizada, apresentando poucas residências e muitos lotes vazios. O ponto está localizado dentro de uma chácara de lazer, onde pode-se observar presença de mata ciliar, não havendo indícios de supressão vegetal. Neste ponto também foi realizado coleta de água, conforme figuras 30 e 31.



Figura 30: Situação do P-10, foz do córrego Baixa Funda, período chuvoso, desague no Rio Lontra, afluente do Rio Araguaia.

Fonte: Luana Barbosa (2017).



Figura 31: Coleta no período chuvoso na foz do córrego Baixa Funda, no ponto 10.

Fonte: Luana Barbosa (2017).

A análise destes pontos no período chuvoso e de estiagem, demonstra que para se diminuir os efeitos negativos da falta de vegetação sobre os cursos d'água, deve-se implementar medidas corretivas, informativas e se necessário punitivas em relação à poluição das águas, desde o despejo de líquidos advindos de atividades domésticas e de atividades econômicas.

Toma-se imperativo a busca de recursos junto ao governo estadual e federal para a construção de obras de engenharia e sanitárias. Caso seja realizada a canalização dos líquidos, o passo seguinte é a construção de lagoas facultativas aeróbias para depuração das substâncias contaminantes.

Em conjunto com as medidas de recuperação e ampliação da cobertura vegetal e diminuição dos processos erosivos, a diminuição de resíduos sólidos em terrenos vazios e áreas públicas deve ser constante, tanto na limpeza, como na conscientização das pessoas despreocupadas com a degradação, identificando e punindo os geradores do problema. Para este caso a população pode contribuir denunciando a autoridade pública competente. A limpeza pública deve ser eficaz nos dias e horários programados para a destinação adequada no aterro sanitário, onde no qual devem ser corrigidos os elementos problemáticos destacados.

Em relação aos resíduos líquidos, tanto comerciais como de atividades industriais, tecnicamente existe uma solução adequada, porém onerosa, mas necessárias que consiste na canalização dos esgotos.

As resoluções devem ser implementadas pelos órgãos competentes, pois o córrego é ameaçado em todos os pontos avaliados pelo lixo e pela ocupação das áreas próximas do curso de água. O córrego Baixa Funda tem nascente na região sudeste da cidade de Araguaína/TO, com descarte de lixo, entulhos e até mesmo esgoto sem tratamento, que ameaçam a sobrevivência deste recurso natural que é essencial para a manutenção da biodiversidade local. A erosão amplia-se com forte solapamento de base e deslocamento de grandes quantidades de sedimentos/solo. É necessário juntamente com a participação popular, um conjunto de ações do poder público, em relação a informação e a fiscalização, inerentes as resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011. Já que a realidade hoje contraria o que é determinado nestas resoluções.

5.2 Análise da água

Os resíduos domésticos, principalmente os resíduos de origem fecal seja humana ou animal, contribuem para a proliferação de microorganismos que causam doenças vinculadas a água ou criam ambientes adequados para o aumento de vetores, que agravam o índice de doenças resultando na diminuição da qualidade de vida das populações e o agravamento do quadro de saúde pública (SILVA e URENO, 2008). Ressalta-se que nenhuma casa tem tratamento de esgoto, utilizando-se ainda fossas sépticas, algumas próximas ao curso hídrico. Destaca-se que essas fossas rudimentares não funcionam como forma de evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Conforme a Agência Nacional de Águas (ANA) do Brasil, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) “foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país.” (ANA, 2012) . “O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros

utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.” (ANA, 2012).

A Portaria 2914/2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Devido à coleta ser oriunda de córregos, os valores das análises mínimo e máximo permitido foi enquadrado na classe II da Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos hídricos, onde a classe II é definida por abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à proteção das unidades aquáticas; à recreação de contato primário; irrigação de hortaliças; plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer; aquicultura e à atividade de pesca. As interpretações das análises das águas coletadas seguem as normas do método citado baseado na Resolução 357.

Para a análise laboratorial de quantidades de coliformes totais, os valores de referência segundo o método utilizado e a Resolução do CONAMA 357, para quantificar valores máximos e mínimos permitidos e limite de quantificação (LQ) não são aplicáveis, ou seja, não tem valores estipulados. Os Coliformes Termotolerantes na Resolução CONAMA 357, dentro da análise desse método laboratorial o valor máximo permitido é de 1.000,00 unidades em um número mais provável de se encontrar 100ml por unidade para estar dentro dos parâmetros.

Os valores obtidos são de acordo com a Classe II da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, 357 de 17 de março de 2005. Os três pontos de coletas de amostras de águas do córrego baixa funda estão no Anexo I. Foram analisadas presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes.

Quando o termo “qualidade da água” é empregado, devemos entender que se refere às características químicas, físicas e biológicas próprias ao consumo, quando essas propriedades não são enquadradas aos limites de contaminação, a água se torna uma fonte de propagação de doenças, como a cólera, febre tifoide, entre outras (ROCHA, 2007).

Os resultados do período chuvoso podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2: Resultado das análises de água no período chuvoso.

PARÂMETRO	CAMPANHA PERIODO CHUVOSO DATA DA COLETA: 13/03/2017			
	BAIXA FUNDA P-1	BAIXA FUNDA P-7	BAIXA FUNDA P-10	UNIDADE
Horário da coleta	14:29	15:15	15:40	h/min
Temperatura do ar	28	28	28	°C
Temperatura da água	27	27,8	26,8	°C
pH	6,93	7,29	7,4	-
Turbidez	12,88	31,2	36,1	NTU
Fósforo Total	<0,01	<0,01	<0,01	mg P/L
Nitrogênio Total	<0,01	<0,01	<0,01	mg -N/L
Resíduo Total	337	260	258	mg/L
OD	31,23	33,2	15,84	mg O ₂ /L
DBO	23,78	24,72	7,76	mg O ₂ /L
DQO	<50	<50	<50	mg O ₂ /L
Coliformes Totais	5x10 ²	1,6x10 ⁴	9x10 ²	NMP/100mL
Coliformes Termotolerantes	5x10 ²	3x10 ²	9x10 ²	NMP/100mL

Fonte: Laboratório de saneamento – PUC GO, Março/2017

Valores Máximos Permitidos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005.*Fósforo Total: a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.**DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂.

A diferença do P-1 (período chuvoso) para o P-1 (período de estiagem) é a presença do volume de água, mesmo com assoreamento intenso no período chuvoso percebe-se que a vazão dos córregos é considerável. As duas coletas foram realizadas no período vespertino, uma no mês de março/2017, caracterizando o período chuvoso e a outra realizada em setembro/2017, caracterizando o período de estiagem.

O ponto 1 é caracterizado por forte erosão. Como está localizado na extremidade montante do córrego e as margens de uma rodovia, provem muita contaminação devido o fluxo superficial em via urbana, também agravado pela

presença dos depósitos tecnogênicos construídos (descarte irregular de lixo doméstico e de construção civil).

O ponto 7 localizado na parte intermediária do córrego Baixa Funda, na confluência com o córrego Cará, tem as mesmas características do ponto 1 em relação aos depósitos tecnogênicos. A diferença é que os bairros ainda não estão totalmente impermeabilizados.

O ponto 10, localizado na extremidade jusante do córrego Baixa Funda, apresenta indícios de forte assoreamento. Os parâmetros da primeira coleta, cor e turbidez, indicam qualidade irregular, conforme tabela 3.

Tabela 3: Resultado das análises de água no período estiagem.

PARÂMETRO	CAMPANHA PERÍODO ESTIAGEM DATA DA COLETA: 22/09/2017			
	BAIXA FUNDA P-1	BAIXA FUNDA P-7	BAIXA FUNDA P-10	UNIDADE
Horário da coleta	16h00	16h40	17h20	h/min
Temperatura do ar	-	-	-	°C
Temperatura da água	32,7	32,7	31,5	°C
pH	6,22	6,58	6,46	-
Turbidez	0,99	0,37	0,29	NTU
Fósforo Total	0,10	0,33	0,06	mg P/L
Nitrogênio Total	3,03	2,92	0,36	mg -N/L
Resíduo Total	0,39	0,31	0,29	mg/L
OD	6,04	6,27	6,24	mg O ₂ /L
DBO	16,6	36,5	32,7	mg O ₂ /L
DQO	29,4	72,6	61,2	mg O ₂ /L
Coliformes Totais	2,4x10 ²	2,4x10 ³	2,5x10	NMP/100m L
Coliformes Termotolerantes	2,1x10 ²	4x10 ²	<1	NMP/100m L

Fonte: Laboratório de saneamento – UFT/TO, setembro/2017

Valores Máximos Permitidos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. *Fósforo Total: a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. **DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂.

Temperatura da água:

A temperatura da água no período chuvoso dos pontos 1,7 e 10 (tab.2) variam de 27, 27,8 e 26,8 respectivamente, já no período de estiagem (tab.3) a temperatura da água tem aumento, variando de 32,7, 32,7 e 31,5 nos respectivos pontos de avaliação. Esse aumento se dá pelo forte calor, associado à falta de chuvas.

Elevações da temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura), diminuem a solubilidade de gases (ex: oxigênio dissolvido) e também aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da libertação de gases com odores desagradáveis) (SPERLING, 2005).

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, vazão e profundidade (CETESB, 2009).

A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução. Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água (CETESB, 2009).

pH:

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio H^+ . O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e define o potencial de toxicidade de vários elementos. As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se geralmente na faixa de 6 a 9 (GASPAROTTO, 2011).

Na questão sanitária, somente águas extremamente ácidas ou básicas, poderiam causar algum tipo de irritação na pele e nos olhos (SPERLING, 2005). O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, e é uma das mais difíceis de se interpretar. Tal complexidade é resultante dos inúmeros fatores que podem influenciá-lo, podendo estar relacionado a fontes de poluição difusa ou pontual (GASPAROTTO, 2011).

O pH dos pontos 1, 7 e 10 (tab. 2), respectivamente 6,93; 7,29 e 7,4 no período chuvoso estão altos em relação ao período de estiagem (tab.3), onde o pH é de 6,22; 6,58 e 6,46 respectivamente. O pH de 7 a 14 indica que a água é ácida, já quando é inferior a 7 está neutra e alcalina quando maior que 7.

O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva, águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações, a vida aquática depende do pH equilibrado, entre 6 e 9. No período chuvoso os valores estão acima de 7 em dois pontos, nos indicando que a água está ácida (GASPAROTTO, 2011).

Turbidez:

No período chuvoso (tab.2) a análise laboratorial das águas apresentou os valores de turbidez de 12,88; 31,2 e 36,1 respectivamente para os pontos 1, 7 e 10. No período de estiagem (tab.3) os valores de turbidez sofreram redução significativa para 0,99, 0,37 e 0,29 respectivamente. A turbidez indica presença de matéria em suspensão na água, como partículas argila e silte, além de substâncias orgânicas. No período chuvoso, os valores obtidos estão acima da média (superior a 1), indicando o excesso no volume de água, onde a precipitação do ano de 2016/2017 foi uma das maiores na região.

O aumento natural da turbidez origina-se, normalmente, de eventos de precipitação mais intensos, os quais são capazes de erodir as margens e áreas adjacentes aos recursos hídricos, bem como suspender parte dos sólidos sedimentados. Não traz inconvenientes sanitários quando sua origem é natural, embora seja esteticamente desagradável. Já o aumento da turbidez devido atividades antrópicas podem estar associados ao lançamento de compostos tóxicos e a presença de organismos patogênicos.

Segundo Santos (2012) a turbidez é uma característica física da água, decorrente da presença de substâncias em suspensão, ou seja, sólidos suspensos, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos. O tamanho das partículas responsáveis pela turbidez varia muito, desde grosseiras a colóides, de acordo com o nível de turbulência do corpo hídrico. A presença destas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, deixando a água com aparência turva, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa, pois pode prejudicar a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas. Partículas em suspensão localizadas próximo à superfície podem absorver calor adicional da luz solar, aumentando a temperatura da camada superficial da água.

A utilização mais frequente desse parâmetro é na caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas e o controle da operação das estações de tratamento de água e sua unidade é uT (unidade de turbidez) (SPERLING, 2005).

Fósforo e nitrogênio:

O fósforo e o nitrogênio são essenciais para o crescimento das algas, mas em excesso causa a eutrofização. As principais fontes de aumento desses dois parâmetros na água são: dissolução de compostos do solo, decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, detergentes, excrementos de animais (TOLEDO e NICOLELLA (2002). Nesse sentido, os resultados obtidos no período chuvoso para fósforo e nitrogênio são $<0,01$, inferiores aos obtidos para o período de estiagem que foram para fósforo 0,10; 0,33 e 0,06 respectivamente aos pontos avaliados e para o nitrogênio 3,03; 2,92 e 0,6, indicando que a presença de fósforo e nitrogênio é mais acentuada na seca.

Segundo Toledo e Nicolella (2002) a entrada de material originado das áreas agrícolas e de fontes urbanas contribui para o aumento na carga de fósforo e nitrogênio e promove decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido, devido ao consumo deste elemento nos processos respiratórios da comunidade hídrica, principalmente se for material orgânico. Processo de mineralização de material orgânico, houve aumento na condutividade elétrica da água, que pode ser observado pela relação negativa entre este parâmetro e a variável de oxigênio dissolvido.

Resíduo Total

No período chuvoso os resultados de resíduo total apresentaram 337; 260 e 258 mg/L respectivamente aos pontos 1, 7 e 10. Já no período de estiagem o resíduo total teve redução para 0,39; 0,31 e 0,29 mg/L.

O resíduo total é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, que gera problemas para a navegação e pode aumentar o risco de enchentes. Além disso podem causar danos à vida aquática pois ao se depositarem no leito eles destroem os organismos que vivem nos sedimentos e servem de alimento para outros organismos, além de danificar os locais de desova de peixes (MATOS, 2010).

Oxigênio Dissolvido (OD):

No período chuvoso os resultados de oxigênio dissolvido apresentaram os valores de 31,23; 33,2 e 15,84 respectivamente aos pontos 1, 7 e 10. Já no período de estiagem o OD teve aumento significativo para 6,04; 6,27 e 6,24. Esse aumento é devido a temperatura da água.

A água em condições normais contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura; águas com baixo teor oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica, a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água, dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios (MATOS et al. 2010).

O oxigênio dissolvido refere-se ao oxigênio molecular (O₂) dissolvido na água. A concentração de OD nos cursos d'água depende da temperatura, da pressão atmosférica, da salinidade, das atividades biológicas, de características hidráulicas (existência de corredeiras ou cachoeiras) e, de forma indireta, de interferências antrópicas, como o lançamento de efluentes nos cursos d'água. A unidade de OD utilizada é mg/L (PINTO, 2007).

Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Esta fonte não é muito significativa nos trechos de rios à jusante de fortes lançamentos de esgotos. A turbidez e a cor elevadas dificultam a penetração dos raios solares e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver. A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz (CETESB, 2009).

O oxigênio dissolvido (OD) é o elemento principal no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas naturais ou os reatores para tratamento biológico de esgotos. Nas águas naturais, o oxigênio é indispensável também para outros seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 4,0 mg/L. É, portanto, um parâmetro de extrema relevância na legislação de classificação das águas naturais, bem como na composição de índices de qualidade de águas (PIVELI, 2010)

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):

No período chuvoso os resultados de DBO apresentaram os valores de 23,78; 24,72 e 7,76 mg O₂/L respectivamente aos pontos 1, 7 e 10. Já no período de estiagem teve redução no ponto 1 para 16,6 mg O₂/L; no ponto 7 aumento para 36,5 mg O₂/L e no ponto 10 aumento para 7,76 mg O₂/L. Este aumento nos pontos 7 e 10 demonstram maior contaminação de matéria orgânica.

Segundo Souza e Gastaldini (2014) em um recurso hídrico altos índices de DBO demonstram contaminação principalmente por matéria orgânica. Isso se explica devido ao aumento da temperatura, aumento da evaporação, a baixa pluviosidade e a alta incidência da luz solar. Os efluentes domésticos, sem tratamento e a agropecuária são as principais fontes de matéria orgânica.

Valores elevados de forma significativa de DBO, isto é, acima do permitido pela legislação nacional demonstram a interferência da ação antrópica no meio aquático que pode ser pelo uso e ocupação do solo e pela disposição e esgoto doméstico no

recurso hídrico, bem como a deficiência em saneamento ambiental (MEDEIROS et al., 2016).

A DBO (Demanda Bioquímica do Oxigênio) representa a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). Analisa os compostos orgânicos naturais tais como: carboidratos, lipídeos e proteínas. Se a quantidade de matéria orgânica for excessiva a concentração de oxigênio dissolvido irá diminuir devido as bactérias aeróbias consumirem o oxigênio, podendo causar mortandade de peixes. Águas com índices de DBO de 10 mg/L^{-1} estão poluídas e só podem ser utilizadas para abastecimento público após tratamento de potabilização (MATOS, 2010).

As análises de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) custam, em média, quatro vezes mais que as análises de DQO (Demanda Química de Oxigênio), além do que os resultados da primeira demandam 5 dias, enquanto os da DQO são obtidos em 2 horas (MATOS et al. 2010).

Demanda Química de Oxigênio (DQO):

No período chuvoso os resultados de DQO apresentaram os valores <50 em todos os pontos avaliados (1, 7 e 10). Já no período de estiagem o DQO no ponto 1 também foi menor que <50 , sendo $29,4 \text{ mg O}_2/\text{L}$; já nos pontos 7 e 10 teve aumento, $72,6 \text{ mg O}_2/\text{L}$ no ponto 7 e $61,2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ no ponto 10. Os resultados indicam que os pontos 7 e 10 apresentam maior quantidade de matéria orgânica, necessitando assim de maior quantidade de oxigênio para oxidação desta matéria.

O DQO é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, através de um agente químico. Grandes quantidades de matéria orgânica utilizam grandes quantidades de oxigênio, assim, quanto maior o grau de poluição, maior a DBO. Podemos observar que sempre a DQO é maior que a DBO. Isso ocorre devido as variações decorrentes das características físico-químicas do esgoto e também podem estar relacionadas com fatores operacionais do sistema (MATOS et al. 2010).

A análise DQO reflete a quantidade total de componentes oxidáveis, seja carbono ou hidrogênio de hidrocarbonetos, nitrogênio (de proteínas, por exemplo), ou enxofre e fósforo de detergentes (MATOS, 2010).

Coliformes Totais:

Nas amostras de água avaliadas no período chuvoso (tab.2), os resultados de coliformes totais apresentaram os valores 5×10^2 ; $1,6 \times 10^4$ e 9×10^2 NMP/100mL respectivamente aos pontos 1, 7 e 10. Nas amostras do período de estiagem (tab.3) os seguintes resultados foram $2,4 \times 10^2$; $2,4 \times 10^2$ e $2,5 \times 10^2$ respectivamente aos pontos avaliados. Verificou-se redução de coliformes totais no ponto 7. Nos pontos 1 e 10 houve aumento significativo de coliformes totais.

Estes coliformes são indicadores de organismos patogênico na água, os quais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microorganismos causadores de doenças.

Coliformes Termotolerantes:

Nas amostras de água do período chuvoso (tab.2), os resultados de coliformes termotolerantes apresentaram os valores de $2,4 \times 10^2$; $3,4 \times 10^2$ e 9×10^2 NMP/100mL, respectivamente aos pontos avaliados 1, 7 e 10. Para o período de estiagem (tab.3) foram obtidos valores de $2,1 \times 10^2$; 4×10^2 e <1 respectivamente aos pontos avaliados. Verificou-se redução de coliformes termotolerantes nos três pontos de análises.

As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas (não causam doenças) mas sua presença em grandes números indicam a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ex: desintéria bacilar, febre tifoide e cólera) (SILVA e UENO; 2008).

De acordo com Silva e Ueno (2008), quando o número de coliformes é elevado e o índice pluviométrico baixo, os valores de bactérias podem estar relacionados com a intervenção antrópica, como a criação de gado e outros rebanhos no entorno do córrego, enquanto na área urbana pela presença de fossas e esgoto a céu aberto.

Segundo Vasconcelos e Serafini (2002), há uma correlação positiva significativa entre os índices de coliformes totais e fecais e a precipitação pluviométrica. Assim, a

presença de coliformes nas águas pode ter relação direta com a intensidade das chuvas, devido ao arraste de excretas humanas e animais para dentro do canal do córrego.

Uma vez que a não conformidade de uma água frente aos padrões bacteriológicos estabelecidos sugere a possibilidade da veiculação de microrganismos patogênicos e consequente contaminação, o que constitui um sério risco à saúde da população. Os resultados indicam que a qualidade da água está em desacordo com a Resolução CONAMA no. 357/2005, onde os coliformes devem ser menores que 1000/100mL.

A análise da água nos períodos chuvosos e de estiagem são apresentadas no mapa (Figura 7) a seguir:

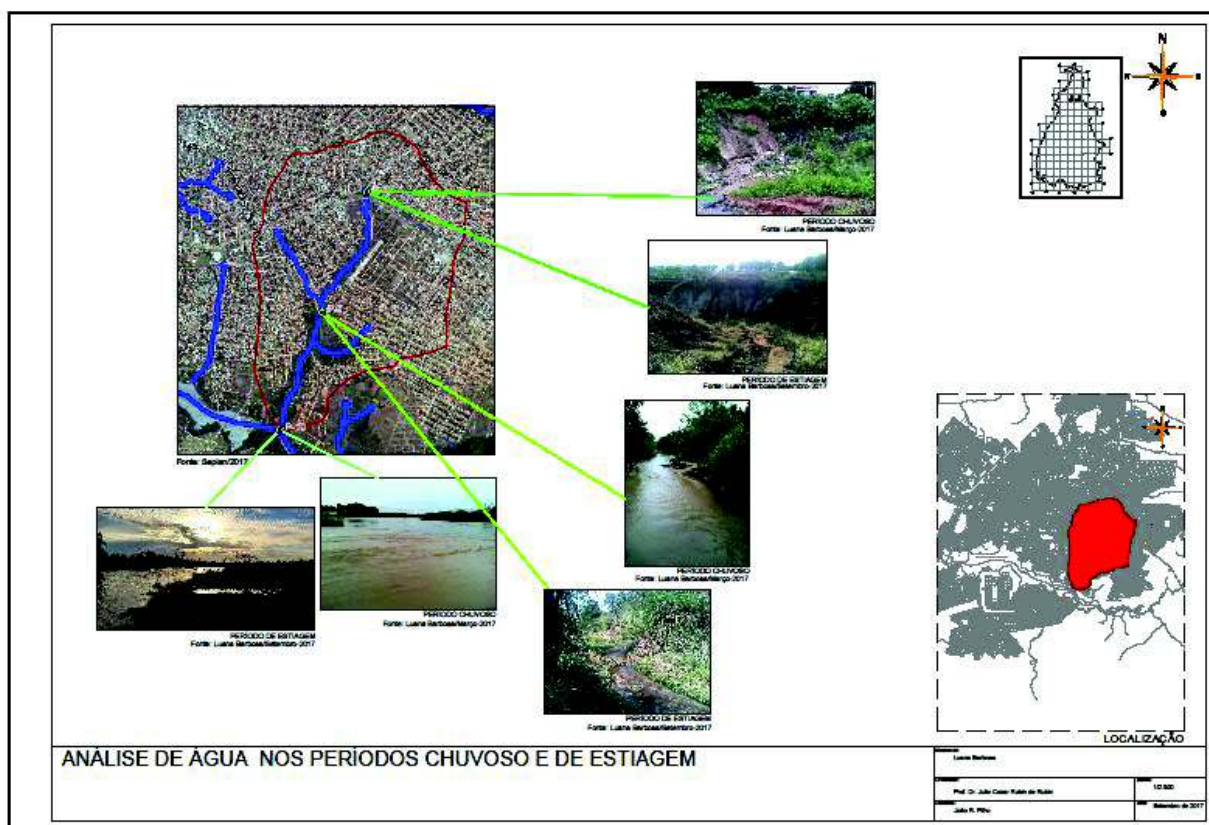


Figura 32: Análise da água nos períodos chuvoso e de estiagem.
Fonte: SEPLAN/Araguaína (2017).

5.2.1 Índice de Qualidade de Águas – IQA

A qualidade da água é função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (Von SPERLING, 2007). Mesmo com a bacia hidrográfica preservada nas suas condições naturais, a composição da água é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica. A interferência humana, efetuando despejos domésticos ou industriais ou aplicando defensivos agrícolas no solo, por exemplo, contribui para a introdução de compostos na água, alterando sua qualidade, conforme tabela 4.

Tabela 4: Índice de IQA

Pontos Monitorados	1ª Campanha		2ª Campanha	
	IQA	Clas.	IQA	Clas.
Baixa Funda - Ponto 1	54	Boa	54	Boa
Baixa Funda - Ponto 2	54	Boa	48	Aceitável
Baixa Funda - Ponto 3	65	Boa	56	Boa

1ª Campanha – Dia 13 de Março de 2017

2ª Campanha – Dia 22 de Setembro de 2017

Fonte: CETESB (1997)

Os índices de qualidade de água são importantes no acompanhamento da qualidade levando em conta que existem incertezas por detrás das variáveis que os compõem. Para se definir a qualidade das águas dos mananciais é preciso enquadrá-las em classes, considerando seus usos e estabelecendo-se critérios. Índices de qualidade da água foram propostos visando resumir as variáveis analisadas em um número, que possibilite analisar a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço e que serve para facilitar a interpretação de extensas listas de variáveis ou indicadores (CETESB, 2009). O resultado das análises dos corpos d'água, conforme parâmetros e pesos para o cálculo do IQA segue na tabela 5 e o da Classificação da qualidade da água na tabela 6.

Tabela 5: Parâmetros e Pesos para o Cálculo do IQA

Parâmetros	Peso
OD	0,17
Coliformes Fecais	0,15
pH	0,12
DBO5	0,10
Nitrogênio	0,10
Fosfato total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,8
Sólidos totais	0,8

Fonte: DE LUCA (1998).

Tabela 6: Classificação da qualidade da água

Valor	Quantificação	Cor
80-100	Ótima	Azul
52-79	Boa	Verde
37-51	Aceitável	Amarela
20-36	Ruim	Vermelha
0-19	Péssima	Preta

Fonte: CETESB (1997)

Os dados encontrados no Índice de Qualidade das Águas (IQA) nos 3 pontos avaliados, mostraram IQA “boa” na primeira campanha e “boa” no ponto 1 e 3 e “aceitável” no ponto 2 na 2ª campanha.

Cabe mencionar que os resultados obtidos devem ser analisados com cautela, uma vez que foram realizadas apenas duas coletas.

5.2.2 Eutrofização

Segundo Alfredo e Tavares (2010) a eutrofização artificial (cultural ou antrópica) é induzida pelo homem e pode ter diferentes origens, como: efluentes domésticos, industriais, agrícolas, incluindo ainda os efluentes de sistemas de criação de organismos aquáticos. No Brasil, e na maioria dos países em desenvolvimento, a maior parte do esgoto bruto é lançada sem nenhum tratamento prévio nos cursos de água. Esse grande aporte de matéria orgânica e poluentes tem sido relatado como o principal responsável pela eutrofização de uma grande variedade de ambientes

aquáticos, gerando preocupação crescente pelo alto grau de poluição e contaminação. Esse fenômeno está, portanto, associado ao aumento excessivo da produção de biomassa de produtores primários, geralmente causada pela elevada concentração de nutrientes.

Tal fenômeno pode ser natural ou artificial, sendo um processo lento e contínuo, resultante do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e águas superficiais que desgastam e lavam a superfície terrestre. Em condição natural, sem que haja interferência das atividades humanas, lagos profundos e com baixa produtividade biológica sofrem processo de transformação, tornando-se rasos, com alta produtividade biológica e enriquecidos por nutrientes. No entanto, a velocidade de desenvolvimento do processo de eutrofização natural é bastante lenta, ocorrendo em função do tempo (ALFREDO e TAVARES, 2010).

À medida que as concentrações de nutrientes aumentam, há aceleração da produtividade de algas, alterando a ecologia do sistema aquático. Os nutrientes, ao serem lançados na água, contribuem para aumento da produção orgânica do sistema, com elevação da biomassa fitoplanctônica e consequente diminuição na penetração de luz, o que consequentemente faz com que a taxa de decomposição e consumo de oxigênio pelos organismos possam ocasionar produção de metano e gás sulfídrico no sedimento. Entretanto, os nutrientes disponibilizados na coluna d'água contribuirão novamente para a produção fitoplanctônica. Nesse estágio, o ecossistema pode produzir mais matéria orgânica do que é capaz de consumir e decompor, com profundas mudanças no metabolismo de todo o ecossistema e nas concentrações de oxigênio nas camadas superiores, devido à decomposição bacteriana da matéria orgânica no sedimento (MACEDO e TAVARES, 2010).

O fenômeno da eutrofização, que é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água, é um problema que ocorre intensificado por ações antrópicas e que são fundamentais para o desenvolvimento de ações de prevenção e melhoria qualitativa de corpos d'água. O nível de eutrofização está usualmente associado ao uso e ocupação do solo predominante na bacia hidrográfica. Os principais efeitos da eutrofização são: anaerobiose no corpo d'água, mortandade da fauna, toxicidade de algas, dificuldade

e altos custos para o tratamento da água e redução da navegação e da capacidade de transporte (TRINDADE e MENDONÇA, 2014).

Alguns fatores que podem intensificar o fenômeno de eutrofização, que estão relacionados a ocupação urbana que ocorre no córrego Baixa Funda em Araguaína-TO, são: **Assoreamento** - implantação de loteamentos que implica em movimentos de terra para as construções. A urbanização reduz também a capacidade de infiltração das águas no terreno. As partículas de solo tendem, em consequência, a seguir pelos fundos de vale, até atingir o lago ou represa. Aí, tendem a sedimentar, devido às baixíssimas velocidades de escoamento horizontal. A sedimentação das partículas de solo causa o assoreamento, reduzindo o volume útil do corpo d'água, e servindo de meio suporte para o crescimento de vegetais fixos de maiores dimensões (macrófitas) próximos às margens. Estes vegetais causam uma evidente deterioração no aspecto visual do corpo d'água. **Drenagem pluvial urbana** - A drenagem urbana transporta uma carga muito maior de nutrientes que os demais tipos de ocupação da bacia. Este aporte de nutrientes contribui para uma elevação no teor de algas na represa. **Esgotos** - o maior fator de deterioração está, no entanto, associado aos esgotos oriundos das atividades urbanas. Os esgotos contêm nitrogênio e fósforo, presentes nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas. A contribuição de N e P através dos esgotos é bem superior à contribuição originada pela drenagem urbana (TRINDADE e MENDONÇA, 2014).

5.3 Prognóstico dos impactos ambientais

Os procedimentos de avaliação de impacto ambiental (AIA) foram estabelecidos formalmente, pela primeira vez, em uma jurisdição em 1970, quando o presidente dos Estados Unidos sancionou o National Environmental Policy Act, mais conhecido pela sigla NEPA, aprovado pelo congresso daquele país no ano anterior. Desde essa data, com variações e adaptações em diversos níveis, a AIA disseminou-se amplamente e nos dias atuais é adotada em cerca de duzentas jurisdições em todo o mundo (DIAS, 2001).

Concebida como instrumento de avaliação das consequências futuras das ações humanas sobre o meio ambiente, a AIA logrou incorporar as variáveis de caráter ambiental aos processos decisórios, tanto no âmbito das empresas como no do poder

público, ao lado dos parâmetros técnicos e econômicos já tradicionalmente considerados em planejamento.

Mais do que um instrumento, a AIA consolidou-se como um processo, que se inicia com a seleção das ações às quais deve ser aplicada e, nos casos em que a decisão final é favorável ao projeto ou ação proposta, acompanha sua implementação, operação e desativação (DIAS, 2001).

Nesse contexto, a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) assegura uma análise sistemática dos impactos ambientais, tendo por objetivo garantir que os responsáveis pela tomada de decisão implementem soluções adequadas à população e ao meio ambiente, gerando medidas de controle e proteção, medidas mitigadoras e compensatórias, conforme o impacto. Para o estudo realizado foi elaborado a tabela 7, de avaliação dos impactos ambientais.

O desenvolvimento dos estudos prospectivos se caracteriza como um mecanismo eficiente de planejar, pensar o futuro, identificar as ameaças, oportunidades e definir as ações, levando em consideração aspectos econômicos, sociais, ambientais, científicos, tecnológicos, culturais e demográficos (MARCIAL, 2005).

Tabela 7: Avaliação dos impactos ambientais

Impactos Ambientais e suas Medidas Mitigadoras				
PERÍODO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	MEDIDAS MITIGADORAS	NATUREZA
Chuvoso	Enchentes	Aumenta a vazão hídrica	→ Pavimentação e drenagem de todos os bairros contribuintes da bacia hidrográfica. → Implantar bacias de contenção à montante do Córrego, contemplando implantação de anel com escadas de redução do fluxo da água. → Implantar canais de drenagem abertos nos locais mais críticos do córrego, e revegetar as áreas menos críticas. → Monitorar IQA, realizando parâmetros físicos, químicos e biológicos. → Implantar na área da bacia um programa de educação ambiental com o objetivo de conscientizar a população a respeito dos impactos ambientais, com temas como gerenciamento de seus resíduos sólidos, a importância de não suprimir a mata ciliar, as consequências do despejo inadequado de efluente nos cursos hídricos, etc. → Programa de limpeza e monitoramento dos cursos hídricos. → Programa de limpeza e monitoramento dos sistemas de drenagem a montante da bacia hidrográfica. →Relocação da população que vive em áreas de risco.	Preventiva/corretiva
		Transtornos sociais		
	Deslocamento de solo	Processos erosivos		
		Degradação do solo		
	Carreamento de resíduos sólidos	Alteração dos parâmetros físico químicas da água e do solo		
		Poliuição do solo e da água		
	Assoreamento	Diminuição da vazão hídrica		
		Alteração dos parâmetros físico químicas da água		
		Diminuição das espécies aguáticas		
	Supressão da mata ciliar	Diminuição da flora e da fauna local		
		Alteração do clima local		
Estiagem	Disposição irregular de resíduos	Formação de depósitos tecnogênicos		
		Alteração do parâmetros físicos químicos do solo e da água		
	Queimadas irregulares	Diminuição da flora e da fauna		
		Alteração da qualidade do ar		
		Empobrecimento do solo		
	Ocupação irregular	Transtornos sociais		
	Disposição de despejos domesticos e industriais	Alteração das espécies aguáticas		
		Poliuição da água		

5.4 Proposta de intervenção

O projeto proposto para área (Figura 33), é composto por pavimentação, drenagem urbana, criação de parque urbano com equipamentos de lazer, bacia de retenção para retardar a velocidade da água advinda dos setores a montante da área de pesquisa. As bacias de retenção serão localizadas no ponto 1, onde recebe a maior carga pluvial da área em estudo. O cronograma de execução será de até 2 anos de obra, conforme tabela 7. Valor estimado para a conclusão da obra na ordem de 25 a 30 milhões de reais. (SEPLAN/ARAGUAINA, 2017).

A canalização proposta será em todo o leito do córrego com adoção de contenção por gabiões composto por estrutura armada drenante e de grande durabilidade, conforme detalhe no anexo III.

O projeto ainda contemplará vias marginais até a confluência com o Lago Azul (Rio Lontra), nos trechos de rotatória serão contemplados canais fechados, (bueiro celular) duplos.

O volume de sedimento/solo carregado será dragado, porém não se tem previsão de quando será feita essa dragagem.

O esgotamento sanitário e drenagem urbana estão previstos para ocorrer entre 2020 até 2022.

Tabela 8: Cronograma do Projeto de Engenharia

ITEM	DESCRIÇÃO	MESES	RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO
01	SERVIÇOS PRELIMINARES	DO 1º AO 3º MÊS	PODER PÚBLICO
02	PAVIMENTAÇÃO	DO 4º AO 10º MÊS	
03	BACIAS DE RETENÇÃO E REDE DE DRENAGEM ÁGUAS PLUVIAIS	DO 8º AO 14º MÊS	
04	CANALIZAÇÃO	DO 15º AO 24º MÊS	

Fonte: SEPLAN/ARAGUAINA, 2017.



Figura 33: Proposta de intervenção

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram detectar que a situação ambiental do córrego Baixa Funda no que se refere à qualidade da água e a questões sócio-ambientais é preocupante. Por estar localizado, em área urbana merece maior atenção por parte das autoridades no que tange à realização de obras que possibilitem a minimização dos impactos negativos.

Para tanto o diagnóstico ambiental da área utilizando a metodologia apresentada, propõe através dos resultados, medidas mitigatórias e fornecer referencial da área de pesquisa para agregar novos estudos, otimizando as questões sócio ambientais para a população abrangente da bacia hidrográfica do córrego Baixa Funda.

Nesse sentido, o diagnóstico deve ser seguido de um plano de gestão da bacia, ambos elaborados por equipes multidisciplinares. Ficou evidente que o contexto sócio-ambiental da área é complexo, uma vez que envolve ocupação urbana regular e irregular inadequada, um deficiente sistema de captação de tratamento e captação de esgotos e das águas superficiais, além da supressão da vegetação.

Esse complexo contexto também está associado com as questões de saúde da população, uma vez que áreas instáveis sujeitas a escorregamentos e deslizamentos colocam a população em risco. Processos erosivos como sulcos e calhas resultam em arruamentos e calçamentos irregular, o que pode causar transtorno a população. São comuns os relatos de acidentes relacionados com essa questão.

Também é preciso considerar a pressão psicológica da população que vive em áreas sob risco ambiental, seja por deslizamentos ou transbordamento dos cursos d'água.

Os resultados das análises da água apontam para a necessidade de um programa de monitoramento, no mínimo mensal, visando detalhar as condições da água do córrego Baixa Funda. Alguns programas são executados durante dois anos.

Durante a execução da pesquisa verificou-se que uma parcela significativa da população que vive na área da bacia desconhece princípios básicos de ocupação

urbana ordenada, sendo os depósitos tecnogênicos construídos uma prova irrefutável, assim como as questões relacionadas com a captação dos esgotos.

Uma vez que tais instrumentos ou políticas preventivas se caracterizam pelo fato de serem medidas que visam agir previamente a fim de evitar de forma mais efetiva a atividade poluidora, pode-se afirmar também que a educação ambiental pode ser considerada como uma política preventiva na defesa do ecossistema, posto que através de um ensino e conscientização prévia as chances de que hajam atos irresponsáveis e prejudiciais para com os recursos naturais reduzirá bastante.

Um exemplo desta sua atuação como uma forma de prevenir danos ao meio ambiente é com relação aos resíduos sólidos e sua produção exacerbada a ponto de causar um desequilíbrio ecológico. Com a educação adequada ao consumidor de que o mesmo pode atuar a fim de sanar este problema, como na realização da coleta seletiva e promovendo a não produção e optando pela reutilização dos resíduos sólidos, aos poucos, se conseguirá reduzir a quantidade desproporcional de resíduos sólidos produzido.

Outro importante argumento capaz de demonstrar que a educação pode ser considerada como uma política preventiva na defesa do meio ambiente e também acerca da sua importância para a garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado, é o fato de que através da educação ambiental é que se possibilita visão crítica e se estimulam pesquisas a respeito das causas e consequências inerentes aos problemas ambientais.

Neste sentido, a educação ambiental, fortemente criticada, demonstra-se como sendo um instrumento essencial de política pública preventiva, de modo a formar cidadãos conscientes para com a questão ambiental e que reflitam diante de suas atitudes para com o meio que o cerca, para que através da educação formal ou informal, seja possível instigar uma maior participação social a respeito da preservação ambiental e sua sustentabilidade. As observações e contato com a população de campo sustentam a proposta da questão da educação ambiental na área.

As modificações em espaços geográficos hídricos geram processos de apropriação inadequadas em áreas susceptíveis à degradação ambiental. O aumento da expansão urbana em áreas físicas sem controle técnico e social por parte do Estado (principalmente na esfera municipal), acarreta o surgimento de setores de

contaminação nos mais variados meios, ou seja: líquidos: (rios, córregos, águas subterrâneas), gasosos (atmosfera, emissão de gases poluentes), sólidos (poluição do solo urbano).

Aliado a necessidade de uma maior conscientização pública a respeito dos problemas ambientais, é preciso colocar em prática as leis orgânicas que regem a preservação do meio ambiente em sua especificidade, a proteção dos recursos hídricos urbanos, através das competências legislativas, administrativas e fiscalizadoras, voltadas aos recursos naturais; com disposições a respeito do meio ambiente em suas diversas concepções, sejam cultural, artificial ou natural, com uma ampliação da participação pública para a defesa do meio ambiente.

Compreender a dinâmica de evolução, involução, composição política, econômica, social e cultural das cidades em análise, associado com as formas de apropriação desigual dos recursos naturais, bem como a dinâmica de atuação e resposta aos processos antrópicos sofridos, é uma das vias teórico-metodológicas para compreensão e sugestão de propostas tecnocientíficas e sociais.

Os recursos hídricos são fontes naturais de alto valor social e econômico, devendo-se preservar e conservar os mesmos. A recomposição de rios, buscando restabelecer seu estado natural, é possível, mesmo com as restrições impostas no meio rural e urbano. É preciso evitar a destruição de nossos ecossistemas aquáticos e ao mesmo tempo economizando enormes recursos para uma futura recuperação.

Em áreas urbanas frequentemente os córregos têm intensos trechos retificados com leito e margens fortemente protegidos, havendo grande comprometimento das relações biológicas.

A conscientização das interações entre as atividades antrópicas e o meio ambiente permite, hoje, que sejam consideradas novas estratégias dirigidas à recomposição de rios e córregos. O plano deve ser elaborado atendendo as peculiaridades de cada caso, de forma intersetorial, e articulado aos demais planos territoriais e programas regionais.

É necessário definir os objetivos específicos de recuperação, é preciso comparar a realidade atual com a situação ideal, considerando as condições ecológicas da zona ribeirinha. A partir daí é possível propor-se uma situação ideal. As comparações entre a situação atual e a ideal apontam os problemas a resolver, e permitem uma avaliação da realidade do curso hídrico a ser recuperado.

A proposta de intervenção tem um tempo de retorno de 50 anos, pois a solução da canalização faz-se necessário até a foz, devido ao assoreamento acelerado que o Córrego se encontra atualmente. O correto seria a canalização com pedras engaioladas que permite o fluxo hídrico tanto no período chuvoso quanto de estiagem. Se optarmos por executar parte do projeto (canalização parcial) estaríamos projetando o problema para gerações futuras. Em paralelo ao projeto de engenharia proposto é inevitável que se tenha um projeto de revitalização arbórea nas margens direita e esquerda do gabião.

O córrego Baixa Funda é importante para a cidade de Araguaína, assim como os demais, e é fundamental o desenvolvimento de projetos multi e interdisciplinares com participação da população. A inclusão dos moradores na gestão dos recursos naturais é relevante, uma vez que os torna corresponsáveis.

7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. H. S.; GUERRA, A. J. T.; ALMEIDA, J. R. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2008, 320p.

AWWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , 21ª edição, 2005.

BACELLAR, L. de A. P. **Processos de formação de voçorocas e medidas preventivas e corretivas**. Ouro Preto: UFOP, 2006.

BARRELLA, W.; PETRERE-JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. **As Relações Entre as Matas Ciliares, os Rios e os Peixes**. In: RODRIGUES, R. R; LEITÃO FILHO, H. F. (org.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo, FAPESP, 2001.

BERTÊ, A. SUESTE GARAY, D. M. A. **Levantamento do patrimônio arqueológico – Barragem no Ribeirão João Leite – GO**. In: Anais III Simpósio de Geomorfologia. Campinas: UNICAMP. 2000.

BOLPATO, M. B. **Diagnóstico ambiental do córrego do Sapo, Rio Verde, Goiás e suas possíveis implicações com a saúde**. Dissertação de mestrado – PUC Goiás. 2012.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Ciclo Hidrológico**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>. Acesso em: 08 ago. 2017.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Lei Federal n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Política Nacional de Meio Ambiente. Brasília. 1981.

BRASIL. **Agência Nacional de Águas - ANA** . Catálogo de Preservação e Recuperação das Nascentes, 2006.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA** . Resolução nº 001/86 de 23.01.86. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília. 1986.

BRASIL. Resolução **CONAMA nº 357/2005** - Ministério do Meio Ambiente Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 10 dez.2017.

BRASIL. Resolução **CONAMA nº 430/2011** - Ministério do Meio Ambiente Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 20 fev.2017.

BRASIL. **Portaria nº 2.914/2011**. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 15 fev.2018.

BRITO, G. S. de, ZAINE, J.E., RUBIN, J.C.R. 2013. Critérios de classificação e cartografia de depósitos tecnogênicos aplicados a bacia do Ribeirão Anicus, em Goiânia – GO. **Revista Brasileira de Cartografia**, nº 65/1:63-76. 2013.

CAMPOS-FILHO, et al. **Erosividade da chuva e erodibilidade do solo no agreste de Pernambuco**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 27, n. 9, p. 1363-1370, 1992.

CETESB - Companhia de Tecnologia Ambiental do Estado de São Paulo., **Indicadores de Qualidade das Águas**. 1997.

CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 44. 2009.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. DOU. n.º 53. Seção 1. p.58 de 18 março de 2005

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Araguaína**, 2001. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Projeto-Araguaina-379.html>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

DE LUCA, S.J., 1998. **Notas de aula da disciplina Gerenciamento Ambiental do Curso de Pós-Graduação em Saneamento Ambiental**. Campo Grande, MS : UFMS,

ELTZ, F. L.; CASSOL, E.A.; SCOPEL, I; GUERRA, M. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em Solo Laterítico Bruno - Avermelhado distrófico (São Jerônimo) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.117-125, 1984.

FELIPPE, M.F.; MAGALHÃES JÚNIOR. **Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG**. Belo Horizonte 08(2) 08-23 julho-dezembro de 2012

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia. **Revista do Departamento de Geografia**. v.1, n.16 (2005) 76-80.

.GASPAROTTO, F. A. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.

GAVA, T. **Análise das características que influenciam no surgimento dos resíduos sólidos urbanos na rede drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio**, Município de Florianópolis/SC. 2012.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.340, 2007.

IBGE – **Tocantins (Araguaína)**, 2010, Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=170210>. Acesso em: 05 nov.2017.
IBGE. POF – **Pesquisa de Orçamentos Familiares**. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009/default.s. Acesso em: 25 jan.2018.

ISMAEL, F. C. M. et al. Identificação e avaliação dos impactos ambientais resultantes da erosão do solo na área do Campus da UFCG em Pombal – PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – RN. V.8, n.4, p.87-96, 2013.

JATOBÁ, S. U. S. **Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social: boletim regional, urbano e ambiental**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ed.) Brasília, 2011. 8 p. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/boletim_regional/111125_boletimregional5_cap14.pdf. Acesso em 28 jun. 2017.

JUNIOR, R. F. dos. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na Bacia do Rio Uberaba**. Jaboticabal – SP, 2008.

LAYRARGUES, P.P. **O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2002.

LEANDRO, J.J. **A Bela Araguaína**, 2015. Disponível em: http://jjleandro-jjleandro.blogspot.com.br/2007_02_01_archive.html. Acesso em: 05 jan.2017

LEI nº 116, de 09 de dezembro de 1999. **Cria a unidade de conservação que especifica a área de proteção ambiental das nascentes de Araguaína**.

LOPES, Mirany Cardoso. **Araguaína terra de promessa: história, identidade e representação**. Universidade Federal do Tocantins: Araguaína, 2005. (Monografia).

MACEDO, C.F.; TAVARES, L.H.S. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v.36, n.2, p.149-163, 2010

MACHADO, C. A. **Diagnóstico Ambiental da Cidade de Araguaína (TO)**. Relatório de Pesquisa Institucional, Palmas (TO), UFT, 2004.

MACHADO, C. A.; OLIVEIRA, V. M. de. **Planejamento Ambiental Para a Cidade de Araguaína – TO.** In: Revista Interface, Porto Nacional (TO), v.02, n.02, p.52-65. Maio, 2005.

MACHADO, C. A. Sieben, A.. **Impactos Ambientais e Sociais no Rio Lontra na Área Urbana do Bairro JK em Araguaína - TO.** 2011. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em Pós Graduação Lato Sensu em Geografia) - Universidade Federal do Tocantins. 2011.

MATTOS, S. C. Agenda 21 Local, **Plano Diretor e as Questões Socioambientais do Município de Goiânia.** IX Simpósio de Geologia do Centro-Oeste. Goiânia – GO. 2005.

MATOS, A. T.; ABRAHÃO, S. S.; BORGES, A. C.; MATOS, M. P. Influência da taxa de carga orgânica no desempenho de sistemas alagados construídos cultivados com forrageiras. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 83-92, 2010a

MEDEIROS, S.R. M.; CARVALHO, R.G.; SOUZA L.D.; BARBOSA, H.S. Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, n. 3, p. 711-730, 2016.

METZGER, JR. **O que é ecologia de paisagens?** *Biota Neotropica*. Campinas. v.1, n.1, p.1-9. 2001.

NASCIMENTO, M. A. L. S. **Bacia do Ribeirão João Leite: Influência das Condições Ambientais Naturais e Antrópicas na Perda de Terra por Erosão Laminar, Rio Claro/SP.** 1998, 176p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de São Paulo. 1998.

NEVES, M. G. F. P. das e TUCCI, C. E. M. Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Aspectos Conceituais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 3, jul/set 2008, p. 125-135.

NUNES, M.R. **A atuação dos Conselhos Municipais do Meio Ambiente na gestão ambiental local.** Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo. 158p, 2010.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósito tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR.** São Paulo, v.1. 1994, 211p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. 1994.

OLIVEIRA, A. M. S. **Assoreamento em cursos e corpos d'água.** In: BITAR, O. Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). 1995.

PELOGGIA, A. U. G. **O Homem e o Ambiente Geológico: Geologia, Sociedade e Ocupação Urbana no Município de São Paulo.** São Paulo, Xamã, 1988.

PEREIRA, A. J.; SANTOS, R. de S. **Educação, Ambiente, Cultura e Lugar. Uma análise da produção geográfica.** Goiânia: Kelps, 2012, 196p.

PEREIRA, A. J. **Leituras de paisagens urbanas:** um estudo de Araguaína – TO. 2013. 311 f. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia (MG), 2013. Disponível em: <<http://www.ppgeo.ig.ufu.br/sites/ppgeo.ig.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Tese%20hoje%2018.04.2013.pdf>>. Acesso em 06 de out. de 2017.

PINTO, N. L. de S.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L.S. **Hidrologia básica.** São Paulo (SP): E. Blucher, 1976. 278p.

PINTO, M. C. F. **Manual medição in loco. Site da CPRM,** 2007. Disponível em: <www.cprm.gov.br/publique/media/gestao.../manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf>. Acesso em: 15 Outubro 2014.

PIVELI, P. D. R. P. Aula 10 - **Oxigênio Dissolvido e Matéria Orgânico em Águas.** [S.l.], p. 12. 2010.

ROCHA, H. Quarenta Anos de História da Saneago. Goiânia: Poligráfica, 2007.

ROOS, J.L.S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento.** 2.ed. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSA, D.G. **Aquecimento Global e Mudanças Climáticas.** 2009, 56f. TCC (Especialização em Gestão Ambiental). Rio de Janeiro. 2009;

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SEPLAN - **Base de Dados Geográficos do Tocantins** - Atualização 2012. Disponível em: <<http://seplan.to.gov.br/zoneamento/bases-vetoriais/base-de-dados-geograficos-do-tocantins-atualizacao-2012/>>. Acesso em: 08 dez.2017.

SEPLAN – **Município de Araguaína,** 2016. Disponível em: <seplan.araguaina.to.gov.br/>. Acesso em: 10 dez.2017.

SEPLAN – **Município de Araguaína,** 2017. Disponível em: <<http://seplan.to.gov.br/>>. Acesso em: 05 dez.2017.

SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. **Formação de Depósitos Tecnogênicos: Ação Geomorfológica da Sociedade nas Planícies Aluviais da Cidade de Presidente Prudente,** 2014. Disponível em www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos.../007.pdf. Acessado em 31/07/2017.

SILVA, M. C. **Leishmaniose Visceral: fatores determinantes e condicionantes de uma epidemia anunciada em Araguaína-TO.** 2013, 172 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia.

Uberlândia (MG). Disponível em < <http://www.ppgeo.ig.ufu.br/node/350>>. Acesso em 20 dez.2017.

SILVA, A.S.; SILVA, M.C. Prática de queimadas e as implicações sociais e ambientais na cidade de Araguaína/TO. **Caminhos de Geografia**, v.7, n.18, p.8 - 16, jun/2006.

SILVA, A. B. A.; UENO, M. **Qualidade sanitária das águas do Rio Una**, São Paulo, Brasil, no período das chuvas. *Revista Biociências*, v. 14, n. 1, 2008.

SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3ª. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. I, 2005.

SOUZA, C. G. **Caracterização e manejo integrado de bacias hidrográficas**. Belo Horizonte: EMATER, 2002. 124 p.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 263, 2014.

SOUZA Lêdiana Costa; ANDRADE, Wanderson Charles Dias de Sousa; Brito, Eliseu Pereira. O Lago Azul Como Potencialidade Turística/Lazer. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína (TO), 2(2): 83-102, jul - dez, 2013.

TARGA, M.S.; BATISTA, G.T.; DINIZ, H.N.; DIAS, N.W.; MATOS, F.C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 7, n.2, 2012.

TOLEDO, G. D.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água e microbacia sob uso agrícola. *Scientia Agrícola*, Jaguariuna - SP, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan/mar 2002.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

TRINDADE, P.B.C.B.; MENDONÇA, A.S.F. Eutrofização em reservatórios – Estudo de caso: reservatório de Rio Bonito (ES). **Eng Sanit Ambient**, v.19 n.3, 275-282, jul/set 2014

VASCONCELOS, S. M. S.; SERAFINI, A. B. Ocorrência de indicadores de poluição no rio Meia Ponte e ribeirão João Leite, Goiás: coliformes totais e fecais. **Rev. Patol. Trop.**, v. 31, p. 175-193, 2002.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill. 1975.

VON SPERLING, M. (2007) **Quality standards for water bodies in Brazil**. In: **International Conference on Diffuse Pollution, 11.**/Joint Meeting of the IWA Diffuse Pollution and Urban Drainage Specialist Groups, 1. Anais... Belo Horizonte.

ANEXO I - BAIRROS INSERIDOS NA BACIA DO CÓRREGO BAIXA FUNDA

ITEM	BAIRRO	SITUAÇÃO LEGAL	POPULAÇÃO	Nº MORADIAS	COORDENADAS		ÁREA		%	POPULAÇÃO	
					LONGITUDE	LATITUDE	TOTAL (m²)	OCUPADA PELA BACIA (m²)		NA BACIA	
1	ARAGUAÍNA SUL	APROVADO	11027	4281	810901.00 m E	9204970.00 m S	346.642,00	55.844,00	16,109992	1.776	
2	SETOR COIMBRA	APROVADO	3082	1192	810456.00 m E	9203658.00 m S	572.054,00	546.606,00	95,551469	2.945	
3	VILA PATROCÍNIO	APROVADO	1516	547	811128.00 m E	9203249.00 m S	278.117,00	206.650,00	74,303261	1.126	
4	JARDIM DAS FLORES	APROVADO	1446	493	811625.00 m E	9202675.00 m S	332.386,00	16.838,00	5,065797	***	
5	SETOR TOCANTINS	APROVADO	826	309	811385.00 m E	9202389.00 m S	333.128,00	38.548,00	11,571528	96	
6	RESIDENCIAL CAMARGO	APROVADO	218	85	810633.00 m E	9202690.00 m S	5.411.419,00	5.411.419,00	100	218	
7	VILA RIBEIRO	APROVADO	1198	371	811077.00 m E	9202124.00 m S	110.267,00	45.952,00	41,673393	499	
8	SETOR ITAIPU	APROVADO	2758	976	810538.00 m E	9202073.00 m S	537.451,00	449.547,00	83,644276	2.307	
9	SETOR PALMAS	NÃO APROVADO	1307	495	810078.00 m E	9201911.00 m S	370.565,00	370.565,00	100	1.307	
10	ALTO BONITO	NÃO APROVADO	905	339	810656.00 m E	9201629.00 m S	181.827,00	114.903,00	63,193585	572	
11	CÉU AZUL	APROVADO	2676	903	811246.00 m E	9201112.00 m S	793.328,00	1.015,00	0,127942	***	

12	SETOR TIUBA	NÃO APROVADO	1111	393	809835.00 m E	9200634.00 m S	479.369,00	310.114,00	64.692127	719
13	PARQUE PRIMAVERA	APROVADO	145	60	809671.00 m E	9200970.00 m S	162.765,00	115.994,00	71.264707	103
14	VILA NOVA	APROVADO	443	179	809699.00 m E	9201382.00 m S	35.162,00	35.162,00	100	443
15	VILA BRAGANTINA	APROVADO	688	227	809342.00 m E	9201371.00 m S	224.826,00	224.826,00	100	688
16	JARDIM PAULISTA	APROVADO	2759	1039	808859.00 m E	9201532.00 m S	808.649,00	180.748,00	22.351849	617
17	SETOR URBANO	APROVADO	1721	694	808845.00 m E	9202393.00 m S	284.331,00	21.283,00	7.48529	129
18	BAIRRO ELDORADO	APROVADO	2676	1135	809165.00 m E	9202689.00 m S	407.321,00	361.108,00	88.654403	2.372
19	SETOR CARAJÁS	APROVADO	986	425	809464.00 m E	9202510.00 m S	150.325,00	150.325,00	100	986
20	SETOR SANTA TEREZINHA	NÃO APROVADO	2121	795	809656.00 m E	9202730.00 m S	337.832,00	337.832,00	100	2.121
21	SETOR SANTA LUZIA	APROVADO	1236	445	809945.00 m E	9203089.00 m S	361.336,00	361.336,00	100	1.236
22	BAIRRO SÃO JOÃO	NÃO APROVADO	13487	5630	809472.00 m E	9203814.00 m S	1.542.544,00	546.598,00	35.43484	4.779
										14.193

Fonte: SEPLAN/CCZ-ARAGUAINA, (2017).



Escola de Engenharia Ambiental
Laboratório de Controle e Monitoramento Ambiental

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
Av. Universitária, 1069, Setor Universitário
Caixa Postal 86, CEP 74605-010
Goiânia, Goiás, Brasil
Fone: (62) 3946-7070. Fax: (62) 3946-1070
www.pucegoias.edu.br

Data da Coleta: 13 de Março de 2017

Coletor: Luana Barbosa

Analista: Ítalo C. Silveira

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÂMETRO	RESULTADOS:		
	BAIXA FUNDA / 01	BAIXA FUNDA / 02	BAIXA FUNDA / 03
Horário da coleta	14:29	15:15	15:40
Temperatura do ar	28	28	28
Temperatura da água	27	27,8	26,8
pH	6,93	7,29	7,4
Turbidez	12,88	31,2	36,1
Fósforo Total	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrogênio Total	<0,01	<0,01	<0,01
Resíduo Total	337	260	258
OD	31,23	33,2	15,84
DBO	23,78	24,72	7,76
DQO	<50	<50	<50
Coliformes Totais	5x10 ²	1,6x10 ⁴	9x10 ²
Coliformes Termotolerantes	5x10 ²	3x10 ²	9x10 ²

ANEXO II – LAUDOS LABORATORIAIS DAS ANÁLISES DE ÁGUA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
LABORATÓRIO DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

Av. NS 15, 109 Norte Bloco 2, Sala 07 Lab. Saneamento Ambiental |
77001-090 | Palmas/TO
(63) 3232 8018 | www.uft.edu.br | labsan@uft.edu.br



ANÁLISE DE ÁGUA

Palmas-TO, Outubro de 2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
LABORATÓRIO DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

Av. NS 15, 109 Norte Bloco 2, Sala 07 Lab. Saneamento Ambiental |
77001-090 | Palmas/TO
(63) 3232 8018 | www.uft.edu.br/ | labsan@uft.edu.br



Dados do Cliente

Solicitante: Luana Barbosa

Endereço:

CNPJ:

Natureza da amostra:

Data da coleta: 22 de setembro de 2017

Relatório de Resultados para Análise de Água

Avaliação de potabilidade. A metodologia para análises está descrita na Tabela 01. Os resultados encontrados estão listados na Tabela 02.

METODOLOGIA

Tabela 01- Parâmetros analisados e método empregado.

Parâmetros Analisados	Referência
Temperatura do ar	APHA (2005)
Temperatura da água	APHA (2005)
pH	APHA (2005)
Turbidez	APHA (2005)
Fósforo Total	APHA (2005)
Nitrogênio Total	APHA (2005)
Resíduo Total	APHA (2005)
OD	APHA (2005)
DBO	APHA (2005)
DQO	APHA (2005)
	Parâmetros microbiológicos
Coliformes Totais	APHA (2005)
<i>Coliformes Termotolerantes</i>	APHA (2005)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
LABORATÓRIO DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

Av. NS 15, 109 Norte Bloco 2, Sala 07 Lab. Saneamento Ambiental |
77001-090 | Palmas/TO

(63) 3232 8018 | www.uft.edu.br/ | labsan@uft.edu.br



RESULTADOS

Tabela 02 – Resultados obtidos para análises realizadas em Água

PARÂMETRO	RESULTADOS			Unidade	VPM ¹
	Baixa funda P-1	Baixa funda P-7	Baixa funda P-10		
Horário da coleta	16h00	16h40	17h20	h/min	
Temperatura do ar	-	-	-	°C	-
Temperatura da água	32,7	32,7	31,5	°C	-
pH	6,22	6,58	6,46	-	6 - 9
Turbidez	0,99	0,37	0,29	NTU	100
Fósforo Total	0,10	0,33	0,06	mg P/L	*
Nitrogênio Total	3,03	2,92	0,36	mg -N/L	-
Resíduo Total	0,39	0,31	0,29	ppm	500
OD	6,04	6,27	6,24	mg O ₂ /L	5
DBO	16,6	36,5	32,7	mg O ₂ /L	**
DQO	29,4	72,6	61,2	mg O ₂ /L	-
Coliformes Totais	2,4x10 ³	2,4x10 ³	2,5x10 ³	NMP/100mL	Ausência em 100 mL
Coliformes Termotolerantes	2,1x10 ²	4x10 ²	<1	NMP/100mL	Ausência em 100 mL

Valores Máximos Permitidos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005.

*Fósforo Total: a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

**DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂.

Os resultados referem-se somente à amostra analisada.

Os dados do cliente e da amostra são fornecidos e de responsabilidade do mesmo.

COORDENADORA
Liliana Pena Naval

APÊNDICE - CRONOLOGIA DA ÁREA OBJETO DO ESTUDO



Foto 1: Situação da área em 25-08-2009.



Foto 2: Situação da área em 24-03-2016.



Foto 3: Situação da área em 25-08-2009.



Foto 4: Situação da área em 24-03-16



Foto 5: Situação da área em 10-09-2009.



Foto 6: Situação das bocas de lobo em 24-03-16.



Foto 7: Situação da área em 10-12-2014.



Foto 8: Situação da área em 10-12-2014.



Foto 9: Situação da área em 24-03-2016.



Foto 10: Situação da área em 11-05-2017.



Foto 11: Situação da área em 11-05-2017.



Foto 12: Situação da área em 11-05-2017.



Foto 13: Situação da área em 11-05-2017.



Foto 14: Situação da área em 13-03-2017.