



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS  
FACULDADE DE GEOGRAFIA

GUTEMBERG DOS REIS SILVA

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DA  
GROTA CRIMINOSA MARABÁ/PA**

MARABÁ/PA

2018

GUTEMBERG DOS REIS SILVA

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DA  
GROTA CRIMINOSA MARABÁ/PA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito parcial para a obtenção dos títulos de Licenciado e Bacharelado em Geografia.

Orientador: prof. M.e Gustavo da Silva

MARABÁ/PA

2018

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) Biblioteca Josineide da Silva Tavares / UNIFESSPA. Marabá, PA**

Silva, Gutemberg dos Reis. Qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica da Grota Criminosa Marabá/Pa / Gutemberg dos Reis Silva ; orientador, Gustavo da Silva. — 2018.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Humanas, Faculdade de Geografia, Curso de Licenciatura e Bacharelado em Geografia, Marabá, 2018.

1. Bacias hidrográficas urbanas – Marabá (PA). 2. Água - Qualidade – Medição. 3. Escherichia coli.

4. Bacias hidrográficas urbanas – Análise - Contaminação. I. Silva, Gustavo, orient. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. III. Título.

CDD: 22. ed.: 333.910098115 Elaboração: Miriam Alves de Oliveira Bibliotecária-Documentalista CRB2/583

BANCA EXAMINADORA

---

Professor/orientador: Gustavo da Silva

---

Professor/membro: Ana Lenira Nunes Cysne de Souza

---

Professor/membro: Gabriel Renan Neves Barros

Aprovado em \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de 2018.

## **Dedicatória**

A Jesus Cristo, pelo Seu amor, que supre minhas necessidades em Glória

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Soberano Deus pelo seu amor que sempre me deu força para minha caminhada, pois sem ele nada seria possível.

Aos meus pais Elizabeth dos Reis Silva, João Batista Ferreira da Silva e meus irmãos Thiago dos Reis Silva, Diogo dos Reis Silva que sempre me deram apoio.

Ao Prof. M.e Gustavo Silva, pelo carinho, apoio; encorajamento; paciência e disponibilidade dispensada a mim em todos os momentos que foram de profunda relevância a minha vida acadêmica.

A Profa. M.a Ana Lenira Nunes Cysne

Ao Prof. M.e *Gabriel Renan Neves Barros*

Ao meu amigo José Neto do Laboratório de Cartografia e Análise de Bacias Hidrográficas da UNIFESSPA por ter me ajudado no trabalho de campo e na elaboração dos mapas, sem os quais eu não conseguiria obter os resultados pretendidos.

Aos meus amigos de faculdade Emanuel Nascimento, Ayrison, Juliana, Ronis Pontes, Sara Bruna Muniz, Odir, Renan Batera e Nayara, Carlos e Isac.

A minha avó Gertrudes Pereira dos Reis que cuidou de mim quando criança.

A minha amiga Thayna de Mirian Passos por ter me apoiado nesta caminhada.

## Resumo

Os processos acelerados de uso e ocupação de áreas em torno de Bacias Hidrográficas Urbanas vêm sofrendo forte impacto relacionados a contaminação dos recursos hídricos. A bacia hidrográfica da Grota Criminosa está localizada na zona urbana do Município de Marabá precisamente no Sudeste Paraense. As águas superficiais desta bacia vêm sofrendo contaminação pelo lançamento direto de esgotos domésticos sem nenhum tipo de tratamento, e conseqüentemente, a contaminação de suas águas. Objetivo deste trabalho é traçar um diagnóstico sobre essa contaminação, e para isso foi analisado os parâmetros físicos, químicos e bacteriológico, escolhidos através de mapeamentos por GPS nove pontos de coletas, sendo nove amostras coletadas em junho de 2016, e nove em julho de 2017. Os parâmetros utilizados nas análises em cada ponto da coleta foram: turbidez, pH, coliformes fecais e totais. Todos os resultados relacionados aos parâmetros pH, turbidez estão de acordo com a legislação brasileira (CONAMA 357/2005). Os parâmetros relacionados à contaminação por coliformes fecais foram considerados alarmantes, pois todos os pontos de coleta apresentaram contaminação por *Escherichia coli* em 100 ml, sendo que a PORTARIA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE nº 518, DE 25/03/2004 recomenda a ausência de *Escherichia coli* em 100 ml de cada amostra coletada.

**Palavras-Chave:** Micro Bacias Hidrográficas Urbanas; Contaminação; Análise de água; *Escherichia coli*.

## **Abstract**

The accelerated processes of use and occupation of areas around Urban Hydrographic Basins have been impacted by the contamination of water resources. The catchment area of Grotta Criminosa is located in the urban area of the municipality of Marabá precisely in the southeast of Para. The surface waters of this basin have been contaminated by the direct discharge of domestic sewage without any type of treatment, and consequently the contamination of its waters. The objective of this work is to draw a diagnosis about this contamination, and for that it was analyzed the physical, chemical and bacteriological parameters, chosen through GPS mappings nine collection points, being nine samples collected in June 2016 and nine in July 2017. The parameters used in the analyzes at each collection point were: turbidity, pH, fecal and total coliforms. All results related to pH, turbidity parameters are in accordance with Brazilian legislation (CONAMA 357/2005). The parameters related to contamination by fecal coliforms were considered alarming, since all collection points were contaminated by *Escherichia coli* in 100 ml, and the Ministry of Health Ministry no. 518, dated 03/25/2004 recommends the absence of *Escherichia coli* in 100 ml of each sample collected.

**Keywords:** Urban Hydrographic Basins; Contamination; water analysis; *Escherichia coli*.



## LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 01 - CARTA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	15
FIGURA 02 – CARTA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DA BACIA .....	49
FIGURA 03 – CARTA DA REDE DE ESGOTO DA BACIA.....	51
FIGURA 04 – CARTA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DA BACIA .....	53
FIGURA 05 e 06 – ALTO CURSO DA BACIA, PONTO 01 DA COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA.....	56
FIGURAS 05 e 06 – ALTO CURSO DA BACIA, PONTO 01 DA COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA.....	56
FIGURAS 07 e 08 – AFLUENTE DO CANAL PRINCIPAL, LOCALIZADO NO ALTO CURSO DA BACIA .....	57
FIGURAS 09 e 10 – PONTO DE COLETA DA TRANSIÇÃO DO ALTO CURSO AO MÉDIO CURSO DO CANAL PRINCIPAL .....	57
FIGURAS 11 e 12 – COLETA DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE BACTERIOLÓGICAS .....	57
FIGURAS 13 e 14 – MÉDIO CURSO DO CANAL PRINCIPAL.....	58
FIGURAS 15 e 16 – MÉDIO CURSO DO CANAL PRINCIPAL.....	58
FIGURAS 17 e 18 – PONTO DE COLETA/08.....	58
FIGURAS 19 e 20 – INOCULAÇÃO DO REAGENTE DAS AMOSTRAS NA ESTUFA BACTERIOLÓGICA .....	60
FIGURAS 21 e 22 – AMOSTRAS INDICANDO A PRESENÇA DE COLIFORMES TOTAIS INDICANDO A PRESEÇA DE E.COLI.....	61

## LISTAS DE TABELAS

TABELA 01 – CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA..	35
TABELA 02 – CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA .....	36
TABELA 03 – RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DA VAZÃO DO ANO 2016 NA BACIA HIDROGRÁFICA .....	36
TABELA 04 – RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DA VAZÃO DO ANO 2017 NA BACIA HIDROGRÁFICA .....	38
TABELA 05 – RESULTADOS DA ANÁLISE BACTERIOLÓGICAS DOS PONTOS DE COLETA DA BACIA HIDROGRÁFICA NO ANO/2016.....	40
TABELA 06 – RESULTADOS DA ANÁLISE BACTERIOLÓGICAS DOS PONTOS DE COLETA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ANO/2017.....	47
TABELA 07 – PARÂMETROS DE Ph E TURBIDEZ DAS AMOSTRAS DE COLETA DE JUNHO DE 2016.....	48
TABELA 08 – PARÂMETROS DE Ph E TURBIDEZ DAS AMOSTRAS DE COLETA DE JUNHO DE 2017.....	51

## LISTAS DE QUADROS

QUADRO 01 – PADRÃO MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO .....	44
QUADRO 02 – CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DOCES BRASILEIRAS, SEGUNDO SEUS USOS PREPONDERANTES, DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N. 537/2005.....	49
QUADRO 03 – CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DOCES BRASILEIRAS, SEGUNDO SEUS USOS PREPONDERANTES, DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N. 430/2011.....	50

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	12
2 - OBJETIVO GERAL	14
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 – BREVE HISTÓRICO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
4 - REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1 – BACIA HIDROGRÁFICA URBANAS COMO OBJTO DE ESTUDO	16
4.2 – O USO DO SOLO URBANO	18
4.3 – QUALIDADES DAS ÁGUAS	20
4.4 -LEGISLAÇÃO/ ÁGUAS	22
4.5 – PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICO E BACTERIOLOGICO DAS ÁGUAS	24
4.6 - TURBIDEZ	24
4.7 – PH DÁ ÁGUA	24
4.8-GEOTECNOLOGIAS	25
5-PROCEDIMENTOS METODLÓGICOS	27
5.1 -COLETAS DAS AMOSTRAS	27
5.2 – VAZÃO DO CANAL PRINCIPAL	28
5.3 – ANÁLISE NO LABORATÓRIO	29
5.4 – MATERIAIS E METODOS DE ANÁLISE DE ÁGUA	29
5.5 – MATERIAL DE COLETA	29
5.6 – ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS AMOSTRAS	30
5.7 – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	30
5.8 - MAPEAMENTO	31
5.8.1 MAPA BASE	31
5.8.2 – PONTOS DE COLETA	31
5.8.3 – USO OCUPAÇÃO	32
6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	34

6.1-O USO E A OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA	34
6.2-CONDIÇÕES EXISTENTE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA	37
6.3-A VAZÃO DO CANAL PRINCIPAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA	38
6.4-RESULTADOS DAS ANÁLISES BACTÉRIOLÓGICAS DOS ANOS 2016 E 2017, DA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA	44
6.4.1-RESULTADOS DAS ANÁLISES BACTÉRIOLÓGICAS DOS ANOS 2016 E 2017, DA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA	45
6.4.2-DINÂMICA DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS	46
6.4.3-RESULTADOS DOS PADRÕES DE PH E TURBIDEZ DOS ANOS 2016 E 2017, MICROBACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA	49
7-CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
8-BIBLIOGRAFIA	54
9-APÊNDICES	55

## 1. INTRODUÇÃO

A água é primordial para a manutenção dos seres vivos e equilíbrio do meio ambiente, configurando como um elemento insubstituível em diversas atividades humanas. Considerando ser a água, nosso precioso recurso natural responsável pela origem da vida e sua sustentação no nosso planeta Terra, reconheço como extremamente oportuna a iniciativa de divulgar a importância desse bem. A Qualidade e quantidade se constituem em requisitos básicos relacionados à água, mas binômio inconsistente se na nossa análise inserirmos a variável tempo no seu longo prazo. É por isto que, tenho a convicção, que um terceiro requisito deva ser considerado em nossas incursões pela ampla gama de enfoques, análises e planos de gestão em relação a este elemento indispensável e insubstituível para todas as formas de vida

Para Medeiros (2015):

o acelerado crescimento populacional e a cultura da abundância dos recursos hídricos, que serviu de base para o desenvolvimento industrial, têm conduzido ao aumento da demanda de água e a escassez desse recurso.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, assegura a água como um domínio público e um recurso natural limitado, como também reconhece a bacia hidrográfica como unidade de estudo e gestão.

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo permite o planejamento dos recursos hídricos, podendo adquirir informações sobre clima, relevo, geologia, hidrologia, uso e ocupação da terra e a qualidade da água, possibilitando assim a classificação, caracterização, diagnósticos, prognósticos e o zoneamento deste ambiente (Medeiros,2014).

De acordo com Medeiros (2015):

a água é um elemento finito e seu consumo vem sendo feito de maneira desordenada chegando cada vez mais próximo de sua exaustão, logo, sua preservação é de extrema relevância, levando sempre em consideração que estes ambientes se comportam como unidades reguladoras de todo o sistema de bacia hidrográfica, devendo ser aproveitado de maneira sustentável, favorecendo futuras gerações.

Através disto, as pesquisas em bacias hidrográficas vêm se tornando cada vez mais utilizadas por pesquisadores que buscam, entre diversos motivos, analisar o modo que este ambiente está se comportando diante do avanço das atividades antrópicas ao longo do tempo e do espaço geográfico.

Medeiros (2015), afirma que:

nestes locais, ocorre uma crescente preocupação, que é a relação do uso, ocupação e manejo da terra, bem como, toda a dinâmica deste ecossistema, com os ambientes aquáticos, principalmente quando não são notórias as fragilidades e potencialidades destes ambientes.

Consequentemente, a partir do período que é avaliada as interações existentes, assim como as influências externas e internas que incidem sobre o sistema, tornam-se possível propor formas de uso, ocupação e manejo da terra adequada, reduzindo os impactos negativos sobre a quantidade e qualidade das águas superficiais, levando sempre em consideração, o relevo, precipitações, entre outros diversos elementos que alteram o equilíbrio das águas superficiais.

Preocupado com essa rápida e desordenada expansão do uso, ocupação e manejo da terra da Micro Bacia do Córrego da Grota Criminosa – MBCGC, o projeto teve como objetivo avaliar a qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa, referentes aos parâmetros físicos, químicos e bacteriológico, os parâmetros físicos aferidos foram o PH (potencial Hidrogeniônico), Turbidez e Bacteriológico específico para coliformes totais e fecais (E.coli).

## **2- OBJETIVO GERAL**

Avaliar a qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa de Marabá/Pa, referentes aos parâmetros de pH, Turbidez e Bacteriológico.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Analisar a qualidade das águas superficiais da micro Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa em Marabá/PA de Junho de 2016 e Julho de 2017.

Realizar coletas de amostras das águas superficiais da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa para análises laboratoriais

Verificar os parâmetros físico-químicos (turbidez e pH).

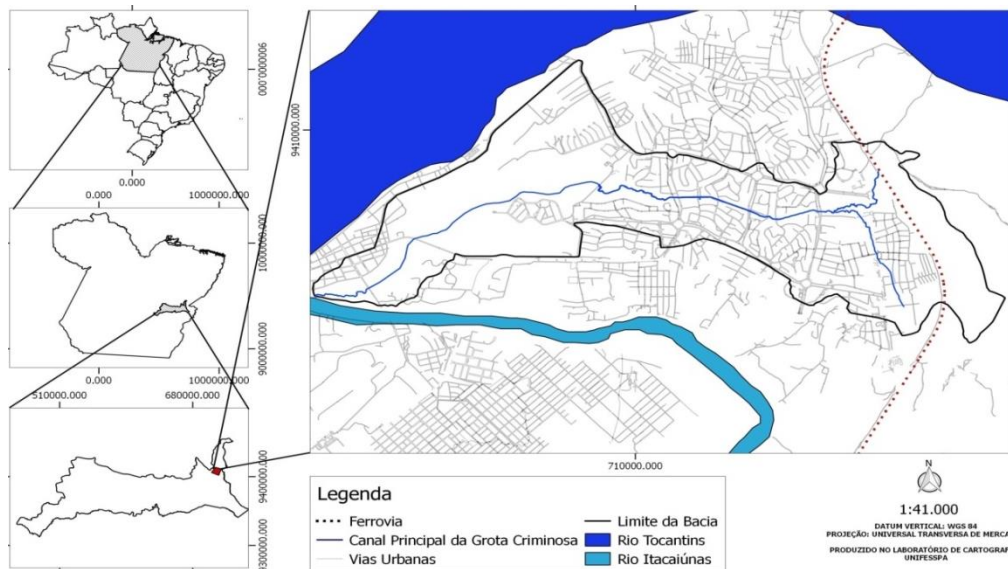
Identificar a contaminação microbiológica (coliformes fecais e totais), através de análises laboratoriais.



### 3. LOCALIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudos compreende a Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa, localizada na área urbana de Marabá/PA. Esta área possui extensão territorial de aproximadamente 1.093 hectares e está inserida dentro do distrito Nova Marabá, que por sua vez, está constituído de 28 bairros denominados por folhas, com formato do desenho de uma castanheira, árvore típica da região. A população estimada, é 79 de mil habitantes, **figura 01**.

**Figura 01** - Carta de localização da área de estudos



Segundo Sampaio (2015):

a região teve sua origem no início da década 60, após a morte de um vaqueiro que trabalhava na extração de leite em uma fazenda da região, que ao passar em uma ponte de madeira, caiu e morreu afogado. Desde então, os moradores começaram a chamar o córrego de Grota Criminosa.

Contudo, a urbanização em torno da área da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa teve início na década 1970, através do plano de desenvolvimento Urbano de Marabá/PA. (PDUM).

De acordo com Sampaio (2015):

O distrito Nova Marabá, núcleo onde está localizada a Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa, foi criado através de uma iniciativa do governo federal em parceria com a Prefeitura Municipal de Marabá, precisamente no início do projeto de Desenvolvimento da Amazônia-SUDAM, com a finalidade de remanejamento da população do distrito Velha Marabá, em decorrência das frequentes enchentes ocasionadas pelo Rio Tocantins.

## 4 – BASE TEÓRICA METODOLÓGICA

### 4.1. BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS COMO OBJETOS DE ESTUDO

Segundo Cunha (2003):

a bacia hidrográfica é tradicionalmente considerada como a unidade fisiográfica mais conveniente para o planejamento dos recursos hídricos, por constituir-se em sistema aberto de fluxo hídrico a montante do ponto onde a vazão do curso principal é medida.

O comportamento hidrológico da bacia hidrográfica pode ser avaliado através dos atributos fisiográficos inerentes à sua área e aferido através dos registros fluviométricos. A Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política de Recursos Hídricos na qual se adota a bacia hidrográfica como unidade de estudo da interação entre a rede de drenagem e as populações locais, o que envolve o uso desses recursos e os impactos das atividades humanas para os usos múltiplos atuais e futuros da água.

A quantidade de água que a bacia hidrográfica vai receber depende do tamanho da área ocupada pela bacia hidrográfica e por processos naturais que envolvem precipitação, evaporação, infiltração, escoamento, etc. Também compreendida como rede hidrográfica, a mesma é uma unidade natural que recebe a influência da região que drena, é um receptor de todas as interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área tais como: topografia, vegetação, clima, uso e ocupação.

O estudo referente a bacia hidrográfica é de suma importância para o monitoramento dos corpos hídricos.

De acordo com Medeiros (2015, p.39), afirma que:

devido à este aumento nas pesquisas, acabou se tornando mais fácil captar informações sobre os elementos presentes nas bacias hidrográficas, bem como, suas interações e as conseqüentes implicações sobre os recursos hídricos que acabam alterando sua qualidade e quantidade, prejudicando todo seu ecossistema.

Ainda de acordo Botelho e Silva (2004):

entendem as bacias hidrográficas como células básicas de análise ambiental, onde a visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita.

Cabe mencionar que a ação de planejar depende diretamente da ação de pesquisa e análise dos variados aspectos do meio ambiente e das formas de uso e

ocupação que a sociedade estabelece ao longo do tempo. Destacam ainda que a partir da década de 1990, cresceu o valor da bacia hidrográfica enquanto unidade de análise e planejamento ambiental, sendo possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico.

Todo uso e ocupação do solo exercer uma influência sobre os padrões naturais referentes aos recursos hídricos, mas só através de uma análise referente a qualidade e quantidade das águas superficiais de uma bacia hidrográfica, é que poderemos mensurar os impactos indesejados sobre o equilíbrio hidrológico, ecológico e ambiental.

De acordo com Danelon (2012):

afirma que não deve descartar a ação antrópica sobre as bacias hidrográficas, sendo o homem um dos principais agentes modificadores do equilíbrio dinâmico de uma bacia hidrográfica.

Ressalta-se, no entanto, que o gerenciamento e planejamento numa bacia hidrográfica ultrapassam as barreiras políticas entre municípios, estados e países, concretizando uma unidade física de gestão e análise sistêmica, possibilitando o desenvolvimento econômico e social.

Cazula 2010 ressalta que:

utilizar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento propicia um conjunto de indicadores, fornecedores de índices de qualidade, que podem representar um passo importante na consolidação e na descentralização e do gerenciamento, favorecendo a conservação e preservação ambiental, estimulando a integração da comunidade e de instituições.

De acordo com Danelon (2012):

destaca que os estudos realizados em uma bacia hidrográfica referente a qualidade de água não se limitam a uma análise apenas do canal fluvial, mas também deve realizar um levantamento, efetuar uma relação com o manejo do solo nas proximidades, e como este pode influenciar nos padrões naturais dos recursos hídricos.

Levando-se em consideração as diferentes variáveis que exercem influência sobre a paisagem, a abordagem geossistêmica e a fragilidade ambiental,

Segundo Valente e Castro (1981):

a bacia hidrográfica se constitui um modelo para estudo e planejamento dos recursos naturais, pois funciona como um ambiente integrado com biótico.

Uma bacia hidrográfica pode ser definida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório.

Tucci, (2009), ressalta que:

A bacia hidrográfica compõe basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um único leito.

Ainda de acordo com Christofolletti (1980,p.106):

a análise de bacia hidrografia teve início a partir de 1945, com a publicação do notável trabalho do engenheiro hidráulico Robert E. horton, que procurou estabelecer as leis dos desenvolvimento dos rios e de suas bacias.

A horton cabe a primazia de abordagem qualitativa das bacias de drenagem e o seu estudo serviu de base para nova concepção metodológica e originou inúmeras pesquisas por parte vários seguidores.

Vaeza et al., (2010):

de acordo com as resoluções da imagem, é possível atingir resultados satisfatórios na identificação dos mais diversificados elementos da composição da área. Imagens de alta resolução, por exemplo, permitem mapear e quantificar diversas classes de uso da terra com um nível de detalhe bastante alto.

## **4. 2. O USO DO SOLO URBANO**

Vicentini, (2000) afirma que:

no Brasil, a partir da década de 60, verifica-se o desenvolvimento da indústria nacional, que trouxe como consequência um desenvolvimento desordenado dos centros urbanos, esta ocupação desordenada das cidades que, num primeiro momento, ocorreu devido à falta de diretrizes urbanísticas e posteriormente, devido à falta de controle na implantação dos loteamentos e da observância das diretrizes estabelecidas levou a população a se instalar em áreas de risco, demonstrando assim que os problemas são tanto maiores quanto maior for o desenvolvimento e afetando de forma significativa, o bem estar da população, diante disto, o impacto da urbanização na bacia hidrográfica, não é verificado apenas com o aumento do volume escoado superficialmente, mas também no aumento do volume de sedimento transportado, na deterioração da qualidade da água, entre outras coisas.

Portanto, os primeiros impactos ambientais indesejados relacionados ao uso, ocupação de área de Bacia Hidrográficas são observados na quantidade e qualidade da água.

Segundo Medeiros (2015):

uso, ocupação e manejo da terra de uma localidade, inicialmente é preciso delimitar sua área geográfica, sendo que certamente está inserida em bacias hidrográficas, constituindo a principal forma de abordagem espacial para estudos ambientais que evoluem e se intensificam com o tempo.

De acordo com Afonso (2016):

a cidade de Marabá tem passado por um intenso processo de urbanização desde a década de 1970, com a chegada de grandes projetos e a abertura de rodovias para expansão das rotas de exportação.

Os impactos causados por essa urbanização, que na maioria das vezes tem ocorrido de forma desordenada, podem ser vistos de várias maneiras, entre elas: a ocupação indevida de Áreas de Proteção Permanente, impermeabilização do solo, retirada da mata ciliar das margens dos canais e poluição dos canais. Os principais impactos provocados pela urbanização nas redes de drenagem são o aumento do escoamento superficial, redução da evapotranspiração, redução do escoamento subterrâneo, rebaixamento do lençol freático, aumento da produção de material sólido proveniente de limpeza de ruas e da armazenagem inadequada do lixo pela população resultando na deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Tucci (1997), ressalta que:

é evidente os impactos indesejados ocasionados pelo uso, ocupação na rede de drenagem e conseqüentemente afetando a quantidade e qualidade das águas superficiais.

Medeiros (2015), afirma que:

a sociedade humana ampliou sua habilidade de apropriar e modificar o ambiente em que habita, utilizando-se e explorando tudo que o espaço oferece, contudo, simultaneamente, não desenvolveu sua consciência a respeito das restrições destas áreas, usando-os, muitas vezes, de maneira descontrolada e desmedida.

### 4. 3. QUALIDADE DAS ÁGUAS

A superfície da Terra é coberta por água em uma proporção de  $\frac{3}{4}$ , no entanto 97% de toda essa água estão contidos nos 8 mares e oceanos restando apenas 3% de água doce. Desses 3%, 2,7% estão congelados nas calotas polares, restando apenas cerca de 1% de toda a água do planeta, que são as águas superficiais de fácil captação (lagos e rios ou como umidade presente no solo, na atmosfera e como componente dos mais diversos organismos).

Pinto e Hermes (2006) relatam que:

É desse 1% que mais de 6 bilhões de seres humanos devem obter a água que precisam para sobreviver. Porém, parte deste recurso já se encontra poluído por esgotos e resíduos industriais, tornando-se impróprio para o consumo.

De acordo com Medeiros (2015):

a lei das águas n° 9.433/97 representou um progresso no que diz respeito à gestão integrada dos usos múltiplos das águas, garantindo seu desenvolvimento sustentável, fazendo com que o uso, ocupação e manejo antrópico busquem um equilíbrio, não afetando de forma significativa o ambiente natural.

Ainda segundo Ribeiro (2009):

justifica que a necessidade de estudos que avaliem a disponibilidade e a demanda hídrica dentro de uma perspectiva de sustentabilidade na utilização do recurso legal que dá suporte à gestão de recursos hídricos no país- sobretudo a lei Federal n.º 9.433/1997-em especial em municípios de médio porte, que vem apresentando um expressivo crescimento demográfica nos últimos anos.

A PORTARIA MINISTÉRIO DA SAÚDE 518, DE 25/03/2004:

estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água, a quem cabe o exercício do controle de qualidade da água e das autoridades sanitárias, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água” para consumo humano (Brasil,2004).

Segundo Danilo (2008), o artigo 13 da Resolução CONAMA n° 357, estabelece:

que nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. E uma vez que não são estabelecidos valores limites

para águas de classe especial, adota-se os padrões pré-determinados para a classe 1.

I – Condições de qualidade de água:

- a) OD, em qualquer amostra:
- b) pH: 6,0 a 9,0;
- c) turbidez: até 40 UNT;
- d) clorofila a: até 10 µg/L;

Segundo a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986, considerando que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade.

Para Cazula (2010) afirma que:

o grande desafio no gerenciamento de recursos hídricos em nível municipal é a conservação dos mananciais e a preservação das fontes de abastecimentos superficiais e/ou subterrâneas. A conservação deve ser efetivada através dos usos da terra, otimizando o reflorestamento e a proteção da vegetação, principalmente.

A quantidade de água que a bacia hidrográfica vai receber depende do tamanho da área ocupada pela bacia hidrográfica e por processos naturais que envolvem precipitação, evaporação, infiltração, escoamento, etc. Também compreendida como rede hidrográfica, a mesma é uma unidade natural que recebe a influência da região que drena, é um receptor de todas as interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área tais como: topografia, vegetação, clima, uso e ocupação etc. Assim um corpo de água é o reflexo da contribuição das áreas no entorno, que é a sua bacia hidrográfica

O gerenciamento integrado dos recursos hídricos baseia-se na percepção da água como parte integral do ecossistema, recurso natural e bem social e econômico, cuja quantidade determina a natureza de sua utilização.

Cazula (2010) reforça que:

para satisfazer as necessidades de água nas diversas atividades humanas é necessário considerar o funcionamento dos sistemas aquáticos e a perenidade do recurso, objetivando a preservação dos ecossistemas.

Tundisi (2003) afirma que a bacia hidrográfica:

é uma unidade geofísica bem delimitada, estando presente em todo o território, em várias dimensões, apresenta ciclos hidrológicos e de energia relativa bem caracterizada e integra sistemas a montante, a jusante e as águas subterrâneas e superficiais.

Toda degradação em córregos, lagos e nascentes que constituem uma bacia hidrográfica está relacionado com o uso do solo e com o grau de controle sobre as fontes poluidoras. Este controle se dá basicamente através do tratamento de águas residuais sanitárias e industriais.

De acordo com Tucci (2004):

entretanto, as alterações na qualidade da água estão diretamente relacionadas com as alterações que ocorrem na bacia hidrográfica, como na vegetação e no solo.

#### **4. 4. LEGISLAÇÃO/ÁGUAS**

De acordo com Medeiros (20015, p.48)

quando se analisa o problema de maneira global, observa-se que existe quantidade de água suficiente para o atendimento de toda a população. No entanto, a distribuição não uniforme dos recursos hídricos e da população sobre o planeta acaba por gerar cenários adversos quanto à disponibilidade hídrica em diferentes regiões.

Segundo a RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, considerando no seu art. 9º, inciso I, da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que afirma:

que a água integra uma das principais preocupações do desenvolvimento sustentável, baseando-se 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.

Danelon e Rodrigues (2012) destacam que:

os parâmetros de qualidade de água têm que está de acordo com os Referências preconizados pela resolução de Nº 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).



A qualidade da água é um condicionante ao seu uso, de acordo com as exigências do uso. A Resolução n. 357 de 17/03/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), classifica as águas doces, salobras e salinas do país. A classificação se baseia fundamentalmente no uso da água.

A água é um elemento essencial para o equilíbrio ecológico, ambiental e social, sendo que é um dever de todos zelar pela qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas.

Tucci e Mendes (2006), afirmam que:

a qualidade da água é um condicionante ao seu uso, de acordo com as exigências do uso. A Resolução n. 357 de 17/03/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) classifica as águas doces, salobras e salinas do país.

A resolução do (CONAMA, 2000), Considera que a Constituição Federal e a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida, considera que é necessário se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos.

A Resolução do CONAMA de Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, recomenda o monitoramento:

medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água. Portanto a coleta de amostras de águas superficiais para análises laboratoriais é de suma importância para a avaliação das condições ambientais.

#### **4. 5. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS DAS ÁGUAS**

Segundo a Funasa (20013);

o objetivo do exame microbiológico da água é fornecer subsídio a respeito da sua potabilidade, isto é, ausência de risco de ingestão de micro-organismos causadores de doenças, geralmente provenientes da contaminação pelas fezes humanas e outros animais de sangue quente.

Vale ressaltar que os micro-organismos presentes nas águas naturais são, em sua maioria, inofensivos à saúde humana. Porém, na contaminação por esgoto sanitário estão presentes micro-organismos que poderão ser prejudiciais à saúde humana. Como podemos observa que vários entes federados demonstram uma preocupação sobre o monitoramento da qualidade das águas superficiais.

#### **4. 6. TURBIDEZ**

Segundo Medeiros (2015):

as águas superficiais de ambientes lênticos e lóticos, apresentam em geral (sem interferência do homem), baixa e elevada turbidez respectivamente, pois dependem do carreamento de partículas em suspensão pelas águas, ou seja, em um ambiente lóticos, a velocidade da água, bem como, fatores do vento, entre outros, acarretam um carreamento maior de sedimentos em suspensão, elevando assim, a turbidez de suas águas superficiais.

A Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5, como também a turbidez tem que está de 0,5 e 1,0 UT (UNIDADE DE TURBIDEZ).

#### **4. 7. PH DA ÁGUA**

O termo PH representa a concentração de ion hidrogênio em uma solução. Na água, esse fator é de excepcional importância, sendo que o valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra, (FUNASA,2013).

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

#### 4. 8. GEOTECNOLOGIAS

O estudo e interpretação de imagens de satélites permitem uma contribuição para a elaboração de mapeamentos e monitoramento do uso e da cobertura do solo, fundamental para conhecer e estudar a dinâmica do ambiente.

Durante o processo de interpretação e classificação do uso e ocupação do solo, as informações sobre características localizadas dentro dos limites da área de estudo, tornam-se um dado precioso (Neto,2018).

Ainda de acordo com Vaeza (2010):

os estudos de bacias hidrográficas utilizam as imagens orbitais para obtenção de classes de uso e ocupação da terra e para analisar sua dinâmica.

Segundo Medeiros (2015):

outro importante componente do geoprocessamento, aliado nas pesquisas ambientais, é o sensoriamento remoto, que por sua vez, se apresenta como uma técnica imprescindível na manutenção de informações atualizadas sobre os elementos que compõe um sistema natural, sendo que as imagens de satélite constituem fontes fundamentais para a obtenção destes dados, tanto das unidades naturais do sistema, bem como as diversas atividades antrópicas existentes no meio.

De acordo com Medeiros (2015):

Assim, as imagens de satélite são aproveitadas na maioria das funções, para análise dos processos de comportamento climático e principalmente de uso e ocupação da terra, elaborando informações para avaliar a evolução de determinada área e sua conseqüente influência sobre os demais elementos presentes no sistema com o aumento considerável do grau de degradação ambiental atualmente, houve uma necessidade no desenvolvimento e emprego de métodos utilizados em pesquisas ambientais, dentre alguns métodos, destaca-se as geotecnologias, que acabam permitindo uma análise de toda a ocupação das unidades nas bacias hidrográfica, agrupando mitologias de coleta e tratamento de dados georreferenciados, para possivelmente, elaborar ações de prevenção contra eventuais impactos gerados não só de forma antrópica, como também gerados de maneira natural.

As geotecnologias permitem realizar um diagnóstico preciso dos impactos ocasionados pelas ações antrópicas, como também elaborar ações para dirimir esses impactos no meio natural.

Para Piroli (2010):

em diversos componentes, como a informática, sistemas de informação geográfica (SIGS), sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global (GPS), cartografia digital, topografia e levantamento de campo, processamento digital de imagens e profissional capacitado; dentre estes, destacasse o sistema de informação e sensoriamento remoto.

Neste sentido, tornou-se cada vez mais fácil captar e levantar um conjunto de dados referentes aos sistemas ambientais, graças aos avanços tecnológicos atuais, que buscam uma análise de todo o ambiente visando a conservação de recursos naturais.

Segundo Medeiros 2015: com o sistema computacional SIG (Sistema de Informação Geográfica) e o Sensoriamento Remoto, é permitido alcançar o objetivo proposto de acordo com as imagens de satélites, mostrando o ambiente e sua transformação, bem como os impactos causados por fenômenos naturais e antrópicos.

O SIG (Sistema de Informação Geográfica) é uma ferramenta imprescindível para elaboração de projetos relacionados ao meio ambiente.

## **5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para a elaboração deste trabalho foi necessária aplicação de base teórica e metodológica de autores que pesquisam sobre: Bacias Hidrográficas e qualidades das águas; levando em consideração os parâmetros de qualidade, segundo as legislações vigentes; a dinâmica do escoamento superficial; uso e a ocupação do solo.

Pesquisa Bibliográfica Preliminar sobre: bacias hidrográficas, uso, ocupação de solo, qualidade de águas, referentes aos parâmetros de qualidade (físico-químicos e bacteriológicos); escoamento superficial; uso e ocupação do solo.

Trabalho de campo: reconhecimento físico da área, averiguação do uso; ocupação do solo; coletas de amostras de água para análise laboratorial e coletas de informações sobre o escoamento superficial.

Laboratório: Análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras de águas coletadas; elaboração das cartas bases; pontos de coleta; vazão; esgotamento sanitário; uso e ocupação do solo.

Todas as análises foram realizadas pelo Laboratório Regional de Análise de água do Município de Marabá.

Análises dos resultados: discussões dos resultados obtidos nas fases anteriores, analisando e correlacionando.

### **5. 1. COLETA DAS AMOSTRAS**

Para realização das coletas de água superficial foi utilizado um saco de 100 ml. O parâmetro de Turbidez foi aferido através de um Turbidímetro Digital Portátil com saída RS-232 escala 0 a 1000 NTU mod.TD-300.

O parâmetro de ph foi aferido através de um pHmetro da marca Digimed DM-22, logo após todas as amostras coletadas foram encaminhadas para o Laboratório Regional de Análise de água do Município de Marabá/PA.

## 5.2. VAZÃO DO CANAL PRINCIPAL

Para a elaboração do trabalho; primeiramente, realizamos leituras e debates previamente, no laboratório de análise de bacia hidrográfica, com o intuito de criar bagagem teórica que se aplica às diversas questões que envolvem o processo prático de levantamento em bacia hidrográfica como apoio para avaliação do uso e ocupação da Terra e da potencialidade de recarga de aquífero.

Posteriormente, realizou a coleta informações no campo, anotando os resultados na planilha de campo. Por último, inserimos os dados brutos no software AutoCAD Map 2015, calculando a vazão da bacia e apresentando as informações em forma de relatório técnico comparando os resultados obtidos (Neto, 2015).

Em cada ponto de coleta efetuou-se a seguinte metodologia:

- Medir a profundidade do canal com régua;
- Medir a velocidade de vazão com bolinha de isopor e cronômetro;
- Para a medição da largura do canal: uma trena métrica;
- Para a medição a profundidade do canal: régua de madeira ou de ferro;
- Para a medição da velocidade de vazão: trena métrica, bolinha de isopor e cronômetro;
- GPS para localização do perfil;

Para a medição da largura do canal

- Um aluno em cada lado do canal deve esticar a trena para medir a largura do canal e fixar a trena com uma barra de ferro.
  - Para a medição da profundidade do canal: Posicionar a régua ao longo do perfil do canal e anotando suas profundidades.
  - Para a medição de vazão: Medir uma distância de 10 metros (dez metros) ao lado do canal, e deixar a bolinha de isopor percorrer essa distância dentro do canal, cronometrando sua velocidade nesse espaço percorrido.
- **Formula de vazão volumétrica:**

- $Q = V/T$   $V = d \cdot A$   $v = d/T$   $Q = v \cdot A$ . Onde  $Q$  = vazão  $V$  = volume  $v$  = velocidade  $d$  = distância  $T$  = tempo.

### 5.3. ANÁLISE NO LABORATÓRIO

Portanto, todas as coletas de águas foram feitas pelo Laboratório Regional de Análises de águas, o responsável pelo monitoramento das amostras de águas em estudos, mantendo uma rotina anual numa estimativa de nove coletas por ano nos períodos de 2016 e 2017; em pontos georreferenciados dentro da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa, e obedeceu a distribuição geográfica, os locais estratégicos de coleta, num total de nove pontos georreferenciados.

### 5.4. MATERIAIS E METODOS DE ANÁLISE DE ÁGUA

As metodologias utilizadas para as análises físico-químicas estão descritas a seguir:

- Análise do pH: o pH das nove amostras foram medidos em pHmetro da marca Digimed DM-22 que é indicado para fazer controle eficiente de pH em águas utilizando 100 ml de amostras com a leitura no aparelho, (Digimed).
- Turbidez: foi utilizado o Digital Portátil com saída RS-232 escala 0 a 1000 NTU mod.TD-300, pois o mesmo transmite um feixe de luz infravermelha que atravessa o frasco que contem 10 ml do líquido a ser testado pelo medidor e em seguida atinge o sensor tipo de foto diodo. O Turbidímetro define a turbidez do líquido de acordo com a redução que sofre a intensidade do feixe de luz ao atravessar a amostra.

### 5.5. MATERIAL DE COLETA

O material utilizado na coleta das águas superficiais foram os seguintes:

- Saco estéril de 100 ml para coletas das amostras de águas.
- Luvas de procedimento para evitar o contato com as amostras de água

- Isopor com gelox para conservar a temperatura das amostras de água
- Máscaras para evitar contaminação das amostras água por gotas de saliva

## 5.6. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS AMOSTRAS

O método é baseado nas atividades enzimáticas específicas dos coliformes ( $\beta$  galactosidade) e E. Coli ( $\beta$  glucoronidase). Além da maior precisão, esse método tem como vantagem o tempo de resposta já que a determinação simultânea de coliformes (totais) e E. Coli é efetuada após incubação das amostras a 35°C por 24 horas; não havendo necessidade de ensaios confirmativos, (FUNASA ,2013).

As metodologias utilizadas nas análises bacteriológicas estão descritas a seguir:

- Para análises bacteriológicas foi usado um Reagente COLILERT (Substrato Cromogênico),ONPG-MUG, o qual dá um resultado através confirmativo para presença de coliformes totais e positivo E.Coli, sendo que este resultado é obtido através da absorção após 24 horas pela observação de Fluorescência, sem necessidade de outro método de análise para confirmação.
- Estufa bacteriológica para encubação das amostras de águas, sendo que as mesmas ficam incubadas por 24 horas em uma temperatura de  $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  (Coelho, 1998).

## 5.7. INTERPRETAÇÃO E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

Decorridas 24 horas de incubação, retirar da estufa o material e observar visualmente o frasco ou saco. Se apresentar coloração amarelada, o resultado é presença de Coliformes Totais na amostra, (FUNASA 2013).

Com o auxílio de uma lâmpada ultravioleta 365 mm, observar se existe fluorescência azul nas amostras que desenvolveram coloração amarelada aproximando a lâmpada ao frasco. Se a amostra apresentar coloração amarelada e fluorescência com a luz UV-365 mm significa que há presença de Escherichia Coli na amostra examinada.



Caso a amostra permaneça transparente, o resultado é negativo, tanto para Coliformes Totais como para E. Coli, (FUNASA,2013).

## **5.8. MAPEAMENTO**

### **5.8.1 - MAPA BASE:**

A delimitação da bacia foi realizada com o uso da planta cadastral adquirida na prefeitura do município de Marabá, a mesma contendo as seguintes informações: pontos cotados e curvas de nível para auxílio da definição do limite da bacia. Para a vetorização do limite da bacia foi utilizado o SIG (Sistema de Informação Geográfica) Qgis 2.8.1 Wien, software livre que auxiliou na realização do trabalho (Neto, 2015).

### **5.8.2. PONTOS DE COLETA**

Os nove pontos de coleta foram determinados dentro do Alto curso, médio curso e Baixo Curso da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa, podemos ser observado na **figura: 04**.

O primeiro, o segundo e o terceiro ponto estão localizados no alto curso da bacia que é uma região com pouca infraestrutura urbana, contando apenas com a rede de energia elétrica e de abastecimento de águas, na parte final dele, onde se localiza o Bairro Nossa Senhora Aparecida e o KM 7. O serviço de esgotamento é inexistente nessa área; o esgoto é jogado nos afluentes, e conseqüentemente chegam ao curso principal da bacia. Os pontos quatro, cinco, seis e sete de coleta estão localizados no médio curso da bacia, e iniciam-se entre as folhas 20, 27 e 28 (vinte; vinte e sete; e vinte oito), numa região de grande dinâmica urbana, com vários serviços públicos como, escolas, comércios de bens de consumo assim como vários prestadores de serviços; bem como órgãos públicos como a prefeitura municipal, bancos, comércios automobilísticos e imobiliários, principalmente na região que separa as folhas 27 da folha 26. Os pontos oito e nove estão localizados em uma área com grandes problemas de infraestrutura pública urbana. Lá, é um dos bairros mais antigos da cidade de Marabá. Contudo, não ocorreu o desenvolvimento do ponto de vista de serviços urbanos, e por isto, a mesma sofre anualmente com os problemas de enchentes do rio Itacaiunas, na área em que fica localizada a foz da bacia do distrito Velha Marabá.

### 5.8.3. USO OCUPAÇÃO

Segundo (Neto,2015) a elaboração do estudo foi utilizada um segmento de imagem multiespectral fusionada de 30 metros de resolução espacial, disponibilizada pelo site do Serviço Geológico Americano - USGS (*United States Geological Survey*), obtida pelo sensor OLI (*Operational Land Imagem*) abordo do satélite norte americano Landsat oito, especializado em recursos naturais, com orbita 222 e ponto 64, de 17/07/2015. Sendo que a mesma possui 0% de cobertura de nuvens. Para melhor andamento do trabalho, utilizou-se como recurso o aplicativo *Spectral Transformer* para realizar a fusão das imagens. As bandas multiespectrais selecionadas para realizar a fusão foram: banda 6 - apresenta resolução espectral de 1.560 – 1.660  $\mu\text{m}$  do infravermelho médio, de cobertura diferentes fatias do infravermelho de ondas curtas, ou SWIR. Essa banda é importante para a definição da geologia do terreno, pois distingue melhor o solo úmido do seco e apresenta um forte contraste na identificação de rochas; Banda 5 - apresenta resolução espectral de 0.845 – 0.885  $\mu\text{m}$  do infravermelho próximo, sendo esta parte do espectro especialmente importante para a ecologia, pois as plantas saudáveis refletem a água em suas folhas e espalha os comprimentos de onda de volta para o céu; Banda 4 - apresenta resolução espectral de 0.630 – 0.680  $\mu\text{m}$  do vermelho, onde a mesma tem forte absorção nos corpos de água, alta refletância na vegetação, sensibilidade a rugosidade do dossel florestal e da morfologia do terreno; Banda 8 - Pancromática, com resolução espectral 0.500 – 0.680  $\mu\text{m}$ , banda contribui para obter uma melhor resolução espacial das demais bandas. Todas as bandas são distribuídas com resoluções radiométricas de 12 bits, correspondendo a 4096 níveis de cinza, porém, precisou-se fazer a transformação para 8 bits (256 níveis de cinza), pois o *software* QGis versão 2.8 não suporta imagens com resolução acima de 8 bits.

Na sequência, foi efetuado o recorte da imagem através de uma máscara vetorial do limite da bacia, com objetivos de diminuir o tamanho do arquivo e otimizar o tratamento digital da imagem. Para a identificação das classes, foi utilizado o processo de classificação supervisionada, pois as informações coletadas em campo possibilitaram identificar as classes de interesse através da definição de áreas representativas na imagem. Essa técnica de classificação é realizada com base na interpretação

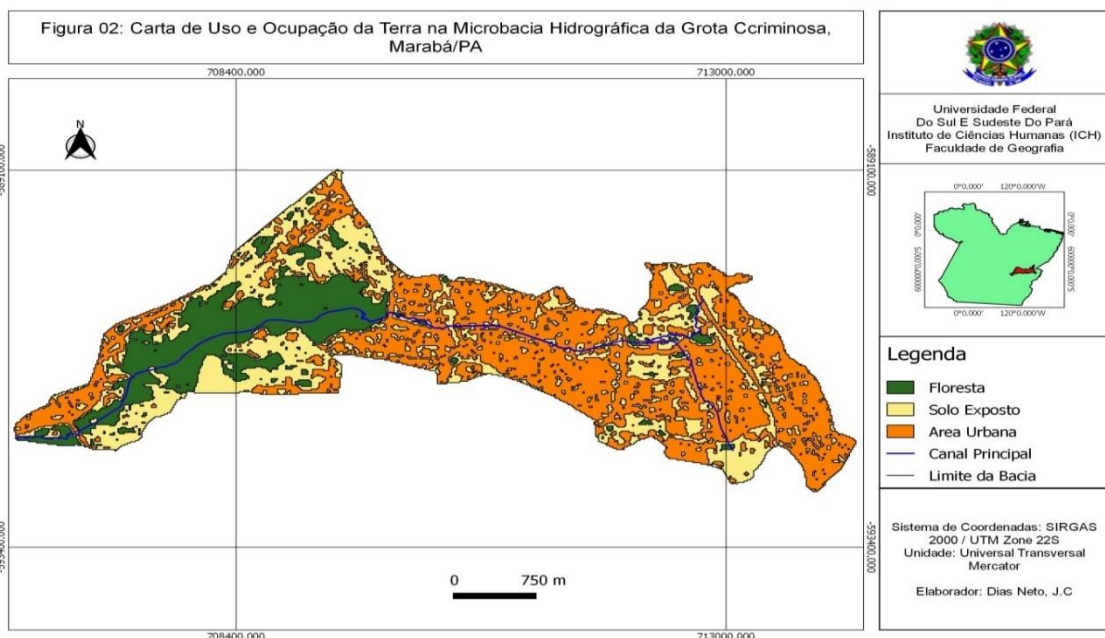
visual das imagens considerando os elementos textura, cor, padrão, forma e localização. As áreas identificadas são chamadas de áreas de treinamento (Neto, 2015).

Após todo o processamento e correção das imagens, puderam-se identificar três classes de uso e cobertura da terra, sendo elas: Vegetação, Solo Exposto e Área Urbana. Estas estão caracterizadas conforme tabela 1. Com as classes definidas e as amostras coletadas, foram gerados os polígonos e transformados em arquivo do tipo vetor (*shapefile*), tendo suas áreas calculadas através do Software livre Qgis Wien versão 2.8.1.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 - O uso e a ocupação do solo na Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa.

Segundo Neto (2017), a classificação das imagens fusionadas resultou no mapeamento de 03 (três) classes de cobertura da terra (Imagem) e o desenvolvimento de conforme a **figura 01**. Seguindo os resultados apresentados a vegetação é a classe de menor destaque na classificação, esta ocupa uma área de 198 ha (18%) abrangendo um maior porte e maiores áreas dentro do setor militar, a classe também compreende matas ciliares e áreas verdes existentes na bacia. Por se tratar de uma área de preservação, essa cobertura vegetal confere proteção ao solo contra o impacto direto da pluviosidade diminuindo a velocidade de escoamento superficial e evitando a lavagem do solo, permitindo também a melhor infiltração pelo fato de não existir uma compactação do solo. A mata ciliar segunda o código florestal – Lei 4.771/65 – Art.2 considera de proteção permanente as vegetações localizadas ao longo de rios ou outros cursos d'água, seguindo o critério estabelecido para o comprimento do canal, proteger toda a margem do córrego, ocorre apenas em uma pequena parte a oeste da área da bacia.



**Fonte:** Neto/2017

**Tabela 01:** Classes de uso e ocupação da terra na bacia

Área Ocupada		
Classes	Ha	%
Vegetação	198	18
Solo Exposto	370	34
Área Urbana	523	48
	1092	100

**Fonte:** Neto/2017

A classe Solo Exposto apresentou uma área de 370 ha (34%), sendo distribuída em vários trechos ao longo da Bacia. Essa área antropizada pelo processo de expansão urbana tem um baixo índice de infiltração de águas pluviais, devido a compactação do solo, aumentando o nível de escoamento superficial, o que provoca uma maior concentração de água em um determinado local de acordo com sua declividade, de acordo com a figura 02. A área Urbana ocupa 523 há, 48%, da malha urbana do local de estudo, sendo elas: ruas, calçadas e casas, o que pode ser observado na **tabela 02**.

O núcleo da Nova Marabá, onde está inserido o córrego da Grota Criminosa, foi criado através de um projeto do governo federal que decidiu transferir a população da Marabá Pioneira, em decorrência das enchentes, para esse novo local, seguindo o Plano de Desenvolvimento Urbano de Marabá – PDUM, Segundo Fontes (2003) o processo de urbanização traz profundas modificações no uso do solo, que por sua vez causam marcas permanentes nas respostas hidrológicas das áreas urbanizadas, apresentando os efeitos mais notáveis no aumento do escoamento superficial e na diminuição da infiltração, o que tem como consequência direta a ocorrência de inundações urbanas.

Como podemos observa na **tabela 02** o processo de classificação se mostrou eficaz em relação ao uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa, podemos constatar que a compactação do solo relacionados a urbanização da área. Conforme os dados apresentados podemos constatar que área urbana tem uma grande predominância, sendo que a maioria de sua área ocupa por edificações habitacionais, comerciais e de serviços, a falta de esgoto e canais e coleta de resíduos sólidos, e principalmente a falta de tratamento de esgoto contribui significamente para a contaminação hídrica, sendo que a maioria das residências despejam seus resíduos diretamente no

canal da bacia, fazendo da mesma uma fonte de contaminação por micro- organismos (Neto,2017).

**Tabela 02:** Caracterização da tipologia do uso e ocupação da terra na bacia

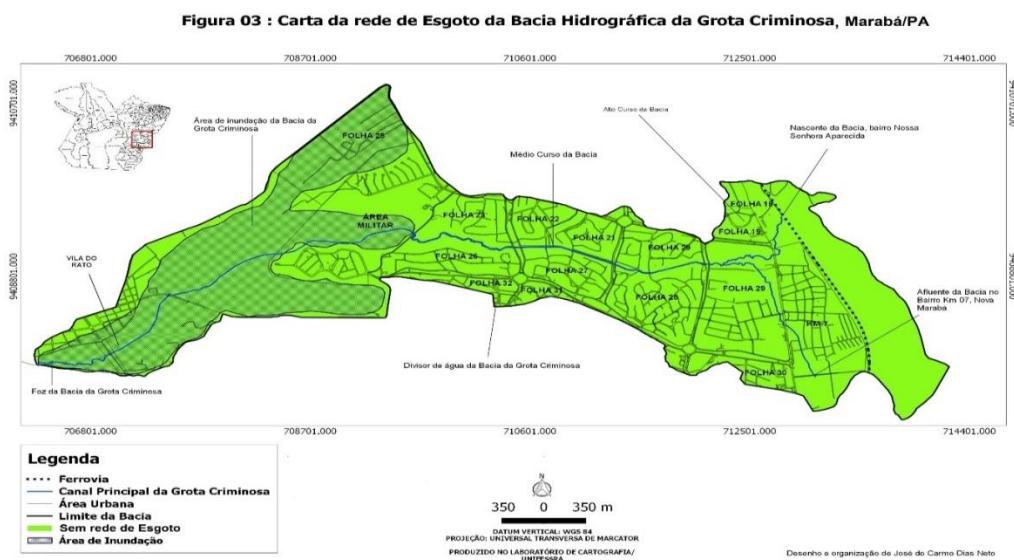
Tipologia – Descrição	Fotografia Ilustrativa
<p>A vegetação (capoeira) é a classe de menor destaque na classificação supervisionada, porém não menos importante entre as mapeadas. Esta ocupa uma área de 198 ha (18%) e abrange áreas residuais de florestas secundárias urbanas, mata ciliar e áreas verdes existentes na cidade.</p>	
<p>A classe Solo Exposto apresentou uma área de 370 ha, sendo distribuída em vários trechos ao longo da Bacia (em alguns locais representando também a vegetação rasteira), representando 34 % da área total de estudo.</p>	
<p>A área Urbana totaliza 48 % da micro bacia hidrográfica, ocupando 523 ha, na qual representa a malha urbanizada do local de estudo, sendo elas: ruas, calçadas e casas.</p>	

Fonte: Neto/2017

## 6. 2. CONDIÇÕES EXISTENTE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA

Segundo Sampaio (2015), o Plano de Saneamento de Marabá de 2014, o Distrito Nova Marabá não possui sistema de esgotamento sanitário, contudo, no referido Plano de Saneamento do Município de Marabá são traçadas metas de formulação para o sistema de esgotamento sanitário. Pois, ali foram definidas metas que devem servir como orientação para o desenvolvimento e planejamento dos programas, projetos e ações a ser implantada ao longo do período adotado pelo PMSB (Plano de Saneamento Municipal) Marabá de 30 anos. A seguir são apresentadas as metas propostas para o sistema de esgotamento sanitário dos distritos urbanos de Marabá: que deve contemplar 75% da população atendida pelo SAA na sede dos distritos urbanos até 2030; atingir 90% da população atendida de pelo SAA da sede dos distritos urbanos até 2040 e manter este índice até o final de plano.

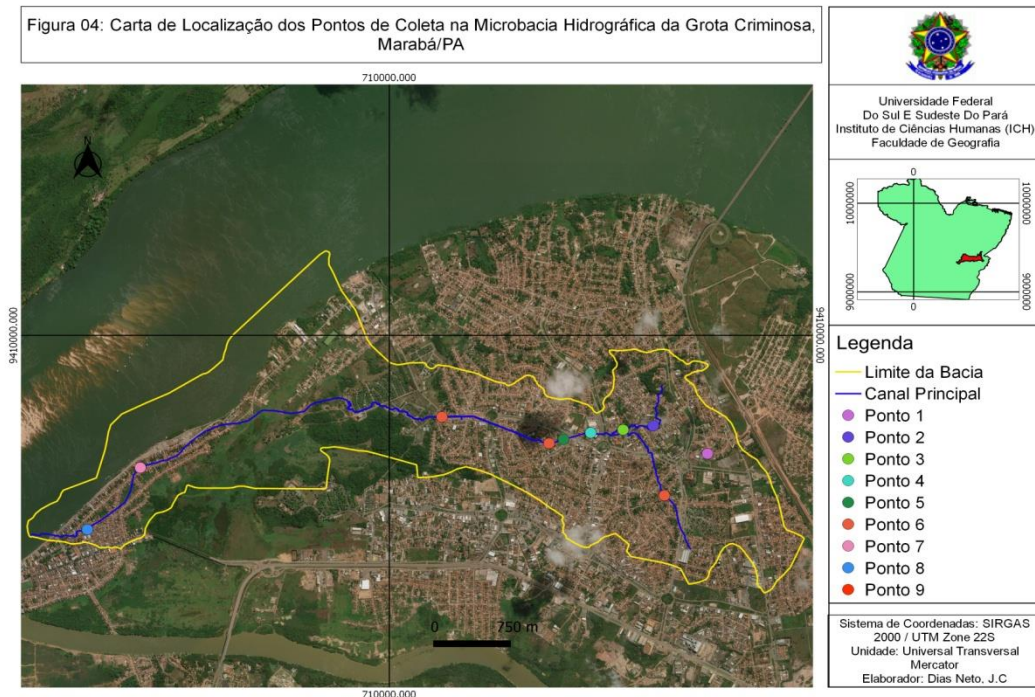
O Município de Marabá/PA, mesmo com Plano de Saneamento de 2014, no município ainda existe vários bairros sem rede de esgotamento sanitário. Sampaio (2015) destaca que no distrito Nova Marabá, em sua maioria, o esgoto é jogado direto nos afluentes da bacia hidrográfica da grota criminosa, chegando até o curso principal da mesma. Este foi um dos maiores problemas identificados, sendo, portanto uma problemática socioambiental com urgência de solução, devido ao alto risco de acarretar epidemias à população residente, bem como, devido à frequência com que as fossas são inundadas, que muitas das vezes as águas invadem as residências. Como podemos observa na **Figura 03**, representada na carta abaixo podemos observa que a maioria das residências em torno da bacia hidrográfica da grota da criminosa, o esgoto é lançado direto nos afluentes da bacia.





### 6. 3. A vazão do canal principal da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa

Todas as coletas foram realizadas anualmente, sendo nove em junho de 2016, e nove em julho de 2017, conforme **figura 04**.



Para elaboração dos perfis transversais do curso principal e o cálculo da vazão da Micro Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa, representando a diferenciação e a distribuição do relevo do escoamento superficial em toda a sua extensão, apresenta-se os dados brutos coletados tabela, e posteriormente apresenta-se os resultados sistematizados no laboratório, conforme **tabelas 03 e 04**.

**Tabela 03** - Resultado do levantamento da vazão do ano de 2016 na Bacia Hidrográfica.

Nome da Bacia: Grota Criminosa

Local: Marabá-PA, núcleo da Nova Marabá

Data: 16/06/2016.

Ponto	Largura	Velocidade hídrica	Vazão
Ponto - 1	2,5m	2m/78seg	2,183 m <sup>3</sup> /seg
Ponto -2	1.7m	3.2m/13seg	3,864 m <sup>3</sup> /seg
Ponto -3	2.52m	7.52m/18.26seg	6,176 m <sup>3</sup> /seg



Ponto -4	4.32m	5m/39.5seg	18,234 m <sup>3</sup> /seg
Ponto -5	5.74m	3.7m/32.62	2,322 m <sup>3</sup> /seg
Ponto -6	1.23m	3m/10.82seg	23,772 m <sup>3</sup> /seg
Ponto -7	4.84m	3m/10.42seg	29,516 m <sup>3</sup> /seg
Ponto -8	3.92m	1.8m/7seg	22,264 m <sup>3</sup> /seg
Ponto -9	2.23m	3.8m/18.52seg	3,793 m <sup>3</sup> /seg

**Fonte:** Próprio autor/2016

Os pontos de coletas foram analisados de acordo com seus fatores como velocidade, largura do canal, área analisada e vazão em cada ponto, conforme **tabela 03**. No primeiro ponto analisamos a largura do canal que é 2.5m, possuindo uma velocidade de 2m/78 segundos (dois metros percorridos em 78 segundos), vazão de 2,183 m<sup>3</sup>/seg.

No segundo ponto analisamos a largura do canal que é 1.7m, possuindo uma velocidade de 3.2m/13segundos (três metros e dois centímetros percorrido em 13 segundos), vazão de 3,864m<sup>3</sup>/seg

No terceiro ponto analisamos a largura do canal que é 2.52m, possuindo uma velocidade de 7.52 m/18.26 segundos (sete metros e cinquenta e dois centímetros percorrido em 18.26 segundos), vazão de 6.176 m<sup>3</sup>/seg.

No quarto ponto analisamos a largura do canal que é 4.32 metros ,possuindo uma velocidade de 5m/39.5 segundos (cinco metros percorrido em 39.5segundos), vazão de 18,234m<sup>3</sup>/seg.

No quinto ponto analisamos a largura do canal que é 5.74 metros ,possuindo uma velocidade de 3.7m/32.62 segundos (três metros e sete centímetros percorrido em 32.62 segundos), vazão de 2,322m<sup>3</sup>/seg.

No sexto ponto analisamos a largura do canal que é 1.23 metros ,possuindo uma velocidade de 3m/10.82 segundos (três metros percorrido em 10.82 segundos), vazão de 23,772m<sup>3</sup>/seg. No sétimo ponto analisamos a largura do canal que é 4.84 metros ,possuindo uma velocidade de 3m/10.42 segundos (três metros percorrido em 10.42 segundos), vazão de 29,516m<sup>3</sup>/seg. No oitavo ponto analisamos a largura

do canal que é 3.92 metros ,possuindo uma velocidade de 1.8m/ 7 segundos (um metro e oito centímetros percorrido em 7 segundos), vazão de 22,264 m<sup>3</sup>/seg. No nono ponto analisamos a largura do canal que é 2.23 metros, possuindo uma velocidade de 3.8 m/ 18.52 segundos (três metros e centímetros percorrido em 18.52 segundos), vazão de 3,793 m<sup>3</sup>/seg.

**Tabela 04** – Resultados do Levantamento da vazão no ano de 2017 na bacia hidrográfica.

Nome da Bacia: <b>Grota Criminosa</b>			
Local: <b>Marabá-PA, núcleo da Nova Marabá</b>		Data: <b>14/07/2017.</b>	
<b>Ponto</b>	<b>Largura</b>	<b>Velocidade hídrica</b>	<b>Vazão</b>
<b>Ponto - 1</b>	3.4m	1m/50seg	0,019 m <sup>3</sup> /seg
<b>Ponto -2</b>	1.2m	4.1m/15seg	0,045 m <sup>3</sup> /seg
<b>Ponto -3</b>	1.32m	7.37m/24.19seg	0,082 m <sup>3</sup> /seg
<b>Ponto -4</b>	5.9m	6m/39.5seg	0,210 m <sup>3</sup> /seg
<b>Ponto -5</b>	4.6m	4.6m/40.36	0,0217 m <sup>3</sup> /seg
<b>Ponto -6</b>	1.82m	3m/13.94seg	0,260 m <sup>3</sup> /seg
<b>Ponto -7</b>	5.4m	5m/11.56seg	0,386 m <sup>3</sup> /seg
<b>Ponto -8</b>	4.25m	1.2m/5seg	0,279 m <sup>3</sup> /seg
<b>Ponto -9</b>	1.5m	3.2m/17.78seg	0,043 m <sup>3</sup> /seg

**Fonte:** Próprio autor/2017

Os pontos de coletas foram analisados de acordo com seus fatores como: velocidade, largura do canal, área analisada e vazão em cada ponto. De acordo com a **tabela 04 e as figuras 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18:**

No primeiro ponto analisamos a largura do canal que é 3,4 m, e possui velocidade de 1m/50 segundos (um metro percorrido em 50 segundos), vazão de 0,019 m<sup>3</sup>/seg. No segundo ponto analisamos a largura do canal que é 1.2 m, e possui velocidade de 4,1m/15 segundos (quatro metros percorrido em 20 segundos), vazão de 0,045m<sup>3</sup>/seg. No terceiro ponto analisamos a largura do canal que é 1.32m, possuindo uma velocidade de 7.37 m/24.19 segundos (sete metros e trinta e sete centímetros percorrido em 24.19 segundos), vazão de 0,082m<sup>3</sup>/seg. No quarto ponto analisamos

a largura do canal que é 5.9 metros, possuindo uma velocidade de 6m/39.5 segundos (seis metros e cinco centímetros 39.5segundos), vazão de 0,210m<sup>3</sup>/seg. No quinto ponto analisamos a largura do canal que é 4.6 metros ,possuindo uma velocidade de 4.3m/40.30 segundos (quatro metros e três centímetros percorrido em 39.5 segundos), vazão de 0,210m<sup>3</sup>/seg. No sexto ponto analisamos a largura do canal que é 1.82 metros ,possuindo uma velocidade de 3m/13.94 segundos (três metros percorrido em 13.94 segundos), vazão de 0,259m<sup>3</sup>/seg. No sétimo ponto analisamos a largura do canal que é 5.4 metros ,possuindo uma velocidade de 4m/12.94 segundos (quatro metros percorrido em 11.56 segundos), vazão de 0,386m<sup>3</sup>/seg. No oitavo ponto analisamos a largura do canal que é 4.25 metros ,possuindo uma velocidade de 1.1 m/ 6 segundos (quatro metros e vinte e cinco centímetros percorrido em 5 segundos), vazão de 0,279 m<sup>3</sup>/seg. No oitavo ponto analisamos a largura do canal que é 4.25 metros ,possuindo uma velocidade de 1.1 m/ 6 segundos (quatro metros e vinte e cinco centímetros percorrido em 5 segundos), vazão de 0,279 m<sup>3</sup>/seg. No nono ponto analisamos a largura do canal que é 1.5 metros ,possuindo uma velocidade de 3.2 m/ 18.74 segundos (três metros e vinte e 2 centímetros percorrido em 17.78 segundos), vazão de 0,043 m<sup>3</sup>/seg.



**Fonte:**laboratório de cartografia/Unifesspa



**Figuras 05 e 06:** Alto curso da bacia, ponto 01 da coleta de amostras de águas para análises bacteriológicas.



**Fonte:**laboratório de cartografia/Unifesspa

**Figuras 07 e 08:** Afluente do canal principal localizado no alto curso da bacia. Aqui, nota-se que maior parte dos esgostos das residências são lançados sem tratamento. Mas também, há a presença de muito lixo dentro do canal.



**Figuras 09 e 10:** Ponto de coleta da transição do alto curso ao médio curso do canal principal. Nota-se grande quantidade de material de entulho no local.



**Fonte:**laboratório de cartografia/Unifesspa



**Figuras 11 e 12:** Coleta de amostras para análises bacteriológicas. Pode-se perceber edificações construídas dentro das áreas de preservação permanente.



**Fonte:**laboratório de cartografia/Unifesspa

**Figuras 13 e 14:** Médio curso do canal principal. Nesse local o canal e canalizado



**Figuras 15 e 16:** Ponto de coleta 08, nota-se os impactos negativos sobre os corpos hídricos, assim com, a ocupação desordenada no baixo curso da bacia.



**Fonte:**laboratório de cartografia/Unifesspa

**Figuras 17 e 18:** Ponto de coleta do baixo curso da bacia. Ocupação não planejada em uma área de risco de inundação, a qual contribui para aceleração dos impactos.

#### 6. 4. RESULTADOS DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DOS ANOS 2016 E 2017, NA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA

A *Escherichia coli* é uma bactéria na forma de bastonete, e anaeróbia facultativa. Seu habitat primário é o trato gastrointestinal de humanos e outros animais endotérmicos (“de sangue quente”). É considerado um indicador de qualidade de água e alimentos através da análise de coliformes fecais: nome dado a um grupo de bactérias que habita o intestino dos referidos animais.

Grande parte da população desse grupo é formada pela *Escherichia coli* e, dessa forma, sua presença sugere a possibilidade de haver, naquele local, micro-organismos intestinais capazes de provocar doenças, conforme a **quadro 01**.

Geralmente a bactéria em questão habita o intestino sem causar problemas de saúde. No entanto, ao se direcionar para a circulação sanguínea ou outras regiões do corpo, é capaz de provocar infecções (Brasil escola, 2018).

**Quadro 01** – Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.

Parâmetro	VMP (valor máximo permitido)
<b>Água para consumo humano (poços, nascentes e outras)</b>	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
<b>Água na saída do tratamento</b>	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
<b>Água tratada no sistema de distribuição (reservatório e rede)</b>	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês. Os sistemas que analisam menos, apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 mL.

#### **6.4.1. RESULTADOS DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DOS ANOS DE 2016 E 2017, NA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA**

Os procedimentos utilizados em laboratório para análise bacteriológica das amostras coletadas em 2016 e 2017, constituem, primeiramente na inoculação do reagente Colilert (reagente usado para identificação de coliforme totais e fecais), que pode ser observado na Figura:19. Feito isso, todas as amostras foram incubadas em uma estufa bacteriológica, onde podemos observar na Figura: 20 que permaneceu por 24 horas, em uma temperatura de 35<sup>o</sup> graus Celsius. Decorridas 24 horas de incubação, retirado da estufa, o material é elevado para ser observado sob a luz ultravioleta 365 nm. Porém, se a amostra apresentar coloração amarelada e fluorescência com a luz UV-365 nm, significa que há presença de *Escherichia coli* na amostra examinada, como podemos observa na Figuras **19, 20, 21 e 22**.

O método presente, ausente usado nas análises das amostras coletadas tem uma maior precisão, esse método tem como vantagem o tempo de resposta, já que a determinação simultânea de coliformes (totais) e *E. coli* é efetuada após incubação das amostras a 35°C por 24 horas, não havendo necessidade de ensaios confirmativos (Funasa).



**Figuras 19 e 20:** Inoculação do reagente das amostras na estufa bacteriológica.



**Fonte:** Vigilância ambiental/Marabá

**Figuras 21 e 22:** Amostras indicando a presença de coliformes totais indicando a presença de E.Coli.

#### 6. 4.2. DINÂMICA DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS

Nas tabelas 04 e 05 os pontos **P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 e P9**; estão fora dos padrões estabelecidos pela portaria: 518 de 25/03/2004-MS, que determina as ausências coliformes totais e de coliformes termotolerantes ou E.Coli por 100 ml de água, todas as amostras analisadas apresentaram a presença que coliformes totais e E.Coli. Como está representado na tabela 5, com base nos dados apresentados podemos afirmar que o índice de contaminação por E.coli nas águas superficiais da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa é alarmante.



Todas as amostras coletadas nos nove pontos, como podemos observa nas **tabelas 05 e 06**, foram submetidas ao teste de Presença, ausência. Este método é baseado nas atividades enzimática específicas dos coliformes ( $\beta$  galactosidade) e *E. coli* ( $\beta$  glucoronidase). Os meios de cultura contêm nutrientes indicadores (substrato cromogênico) que, hidrolisados pela enzimas específicas dos coliformes e/ ou *E. coli*, provocam uma mudança de cor no meio. Após o período de incubação, se a cor amarela é observada, coliformes totais estão presentes. Se a fluorescência azul é observada sob luz ultravioleta (UV) 365 nm, *E. coli* está presente (Funasa,2013). Todos os procedimentos de análise bacteriológica aplicados nas amostras coletadas da bacia hidrográfica da grota criminosa, seguiram o que está estabelecido pelo Manual de coleta de água da Fundação Nacional de Saúde/FUNASA.

**Tabela 05** – Resultados das análises bacteriológicas dos pontos de coleta da Bacia Hidrográfica

Nome da Bacia: <b>Grota Criminosa</b>			
Local: <b>Marabá-PA, núcleo da Nova Marabá</b>		Data: <b>16/06/2016.</b>	
<b>Ponto</b>	<b>CT</b>	<b>E.COLI</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>Ponto - 1</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -2</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -3</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -4</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -5</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -6</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -7</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -8</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -9</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação

**Fonte:** Próprio autor

Conforme os resultados apresentados na tabela 04, podemos constatar que todas as amostras coletadas no ano de 2016 apresentaram contaminação por coliformes totais e coliformes fecais (E.Coli), devido toda área da Bacia da Grota Criminosa apresentar a ausência de sistema de esgoto sanitário. **Tabela 06** – Resultados das análises bacteriológicas dos pontos de coleta da Bacia Hidrográfica.

**Tabela 06** – Resultados das análises bacteriológicas dos pontos de coleta da Bacia Hidrográfica

Nome da Bacia: <b>Grota Criminosa</b>			
Local: <b>Marabá-PA, núcleo da Nova Marabá</b>		Data: <b>14/07/2017.</b>	
<b>Ponto</b>	<b>CT</b>	<b>E.COLI</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>Ponto - 1</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -2</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -3</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -4</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -5</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -6</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -7</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -8</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação
<b>Ponto -9</b>	Presente	Presente	Apresenta contaminação

**Fonte:** Próprio autor/2017

Conforme os resultados apresentados na tabela 05, podemos constatar que todas as amostras coletadas no ano de 2017 apresentaram contaminação por coliformes totais e coliformes fecais (E.coli), devido toda área da Bacia da Grota Criminosa apresentar a ausência de sistema de esgoto sanitário.

### 6. 4.3. RESULTADOS DOS PADRÕES DE PH E TURBIDEZ DOS ANOS 2016 E 2017, NA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DA GROTA CRIMINOSA

Conforme estabelece os quadros 02 e 03, referentes à classificação das águas, segundo a resolução 357 do CONAMA, os resultados apresentados nas tabelas referentes aos parâmetros de PH e Turbidez foram classificados como água de classe I.

**Quadro 02** – Classificação das águas Brasileiras segundo Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011.

<b>CLASSES</b>	Limites para o Enquadramento
<b>CLASSE ESPECIAL</b>	Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. OD + 10,0 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez até 40 NTU
<b>I</b>	OD 10 a 6 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez até 40 NTU
<b>II</b>	OD 6 a 5 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez 40 até 100 NTU
<b>III</b>	OD 5 a 4 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez até 100 NTU
<b>IV</b>	OD - 4 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez acima de 100 NTU

**Quadro 03 – Classificação das águas Brasileiras segundo Resoluções CO-NAMA 357/2005 e 430/2011**

<b>Especial</b>	Consumo humano com desinfecção: Preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas: Preservação dos ambientes aquáticos em unidade de conservação de proteção integral.
<b>I</b>	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.  d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
<b>II</b>	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;  b) à proteção das comunidades aquáticas;  c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.  d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto  e) à aquicultura e à atividade de pesca.
<b>III</b>	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;  b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;  c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e  e) à dessedentação de animais.
<b>IV</b>	Navegação e à harmonia paisagística

**Fonte:** Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011

Os valores referentes aos Parâmetros de PH e Turbidez das amostras de águas superficiais coletadas, nos 9 pontos da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa estão classificadas como águas de classe **classe-I** :Consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho) Resolução CONAMA n. 357, de 2000;Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas., conforme está especificado nas **tabelas 07 e 08**.

**Tabela 07:** Parâmetros de Ph e Turbidez das amostras de coleta de junho de 2016.

PONTOS DE COLETAS	PH	TURBIDEZ	CLASSE
PONTO 1	6.8	5.00	I
PONTO 2	6.8	1.32	I
PONTO 3	6.8	1.56	I
PONTO 4	6.8	5.20	I
PONTO 5	6.8	20.6	I
PONTO 6	6.8	7.2	I
PONTO 7	6.8	9.11	I
PONTO 8	6.8	6.00	I

**Fonte:** Laboratório/Centro de Controle de Zoonoses/2016.

**Tabela 08:** Parâmetros de Ph e Turbidez das amostras de coleta de julho de 2017.

PONTOS DE COLETAS	PH	TURBIDEZ	CLASSE
PONTO 1	6.8	7.00	I
PONTO 2	6.8	3.30	I
PONTO 3	6.8	2.26	I
PONTO 4	6.8	4.20	I
PONTO 5	6.8	2.6	I
PONTO 6	6.8	5.2	I
PONTO 7	6.8	3.11	I
PONTO 8	6.8	5.00	I
PONTO 9	6.8	6.00	I

**Fonte:** Laboratório/Centro de Controle de Zoonoses/2011

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou avaliar a qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa, os resultados obtidos através de coletas para análises bacteriológicas e verificação dos parâmetros de PH e Turbidez, nos possibilitou ter um panorama sobre a qualidade das águas superficiais da Grota Criminosa, os parâmetros relacionados a turbidez e PH estão de conformidade com a resolução do 357 CONAMA, mas os parâmetros bacteriológico demonstraram que as águas superficiais da Grota Criminosa apresenta uma concentração altíssima de coliformes fecais (E.Coli), toda sua extensão tanto no alto curso, médio curso e baixo curso, apresentaram contaminação, conseguimos também identificar os principais fatores que possibilitam a contaminação da água, fatores esses relacionados com uso, ocupação, os principais são a ausência de esgoto sanitário, ocupação de área de APP (área de proteção ambiental), falta de coleta de lixo, todos esses fatores vêm ocasionando a contaminação da água, segundo a Lei 11445/2007, define a abrangência do serviço de saneamento básico como: abastecimento de águas, esgotamento sanitário; limpeza urbana; manejo de resíduos sólidos; drenagem urbana ou manejo das águas pluviais urbanas, algumas medidas podem ser tomadas pelo poder público como tratamento de esgoto, limpezas dos canais, coletas regulares de resíduos sólidos, essas medidas podem diminuir os efeitos negativos da contaminação hídrica de nascentes e rios.

Todos os nove pontos de coleta apresentaram sinais claros de degradação e poluição por esgotos domésticos, até mesmo aqueles que apresentam algum tipo de estrutura indicando esgoto como podemos observar nas fotos 07,10 e 13. Isto provavelmente se deve ao fato de que em ambos os pontos supracitados há a presença de canos de residências que lançam esgoto dentro do canal do micro Bacia Hidrográfica da Grota Criminosa sem nenhum tipo de tratamento.

A pesquisa revelou que as ações ambientais públicas para a recuperação da área degradada basicamente se resumem em documentos

pautados na legislação ambiental e que vem sendo pouco aplicado na bacia em estudo. Sabe-se que para a recuperação e transformação de uma área degradada num ambiente agradável e equilibrado, deve ser promovida por ações em conjunto de diversas esferas do poder público e da sociedade civil. O poder público, junto com a sociedade civil tem que se mobilizar para planejar ações de reflorestamento de áreas degradadas, realizarem campanhas em prol da preservação de rios, lagos e córregos, só através da conscientização que poderemos melhorar a qualidade das águas superficiais de nascentes e rios.

## 7 - BIBLIOGRAFIA

A PORTARIA MINISTÉRIO DA SAÚDE 518, DE 25/03/2004.

ANA GABRIELA BUENO MELO DE CARVALHO.A,B.M, **Proposição de Geoin-  
dicadores para Caracterização da Degradação do Meio Físico na Bacia Hi-  
drográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas (MS)**, 2010.

BOTELHO, R. G. M. & SILVA, A S., 2004. **Bacias Hidrográficas e Qualidade Ambiental. IN: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Antônio Carlos Vitte & Antônio José Teixeira Guerra (Org.). Rio de Janeiro, Bertrand.

BRASIL Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Resolução 357/2005, Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais no Brasil.. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU n 92, de 13 de maio de 2011.

BRASIL, LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997 Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

C. A. VICTORINO, Planeta água Morrendo de sede, 2007.

C.R. RIBEIRO, **Avaliação da sustentabilidade hídrica do Município de juiz de fora/MG**:2009.

CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, P. H. **Bacia Hidrográfica - conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP-Brasil**. Revista Eletrônica AGB-TL, 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1980. 189 p,106.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **O canal fluvial**. In:\_\_\_\_\_. Geomorfologia Fluvial. 1. ed. v. 1. São Paulo: Edgard Blücher, 1974. \_\_\_\_\_. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980



CUNHA, C. M. L. da. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista; Instituto de Geociências e Ciências e Exatas. Rio Claro, 2001.

CUNHA, M. N. **Política e Gestão Ambiental**. In: CUNHA, S. B. dá e GUERRA, A. J. T. (org.). *A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

DANELON, J. ROGER, BOMBONATTO. (2012). **Estudo sobre a qualidade hídrica da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca, Uberlândia (MG) em subsídio à gestão sustentável dos recursos hídricos em Âmbito municipal Experimental de Ourinhos**, 2010. 46 p.

FONTES; A. R. M.; BARBASSA, A. P. **Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbana**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, São Paulo, v. 8, n.2, abr/jun 2003. p. 137

FUNASA. **Manual prático de coleta de análise de água**, 2013.

GOMES, W. M.; MEDEIROS, R. B. **As influências da erosividade, uso, ocupação e manejo da terra e qualidade das águas superficiais sobre a vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego moeda, três lagoas/MS em 2014**.

<http://brasilescola.uol.com.br/biologia/escherichia-coli.htm>, Acessado em 02/12/2017

J. C. Dias Neto; D. L. Alencar. **Os impactos do uso e ocupação da terra na micro-bacia hidrográfica da gruta criminosa, marabá/pa, 2018**.

LOPES, A. W WAGNER. **Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas**, 2010.

NTE, O.F.; CASTRO, P.S. **Manejo de bacias hidrográficas**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 1981.

PINTO, N. O.; HERMES, L. C. **Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida nas comunidades rurais do semiárido do Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus

RAIOL, J. A. **Perspectivas para o meio ambiente urbano**: GEO Marabá. Belém, Pará. 2010. 136 p

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986

RODRIGUES, C., & ADAMI, S. F. (2005). **Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas**. In *Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos.

TOMAZELA, P.D. **Monitoramento espacial e temporal de parâmetros físicos, químicos e biológicos da bacia hidrográfica do rio capivari** (norte da ilha de santa catarina).

[https://www.digimed.ind.br/br/produtos/phmetro\\_de\\_laboratorio/dm-22](https://www.digimed.ind.br/br/produtos/phmetro_de_laboratorio/dm-22)

TUCCI, C. E. M. **Plano diretor de drenagem urbana**: princípios e concepção. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 2, n. 2, p. 5 – 12 jul./dez. 1997.

TUCCI, C.E.M. **Estudos Avançados-Águas urbanas, 2008**,p.98,99.

TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4.ed. Porto Alegre: UFRGS; ABRH, 2009.

TUCCI, C.E.M. (Organizador). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, 3ª edição, Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

TUCCI, C.E.M.; Mendes, C.A. **Curso de Avaliação Ambiental Integrada de Bacia** – Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Qualidade Ambiental – Rhama Consultoria Ambiental,2006.

TUCCI, Carlos E. M Porto Alegre, Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. Setembro de 2006. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/sqa\\_3.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/sqa_3.pdf), Acessado em 02/12/2017.

VAEZA, R. F.; et al. **Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução**. In: *Revista Floresta e Ambiente*. Irati, Paraná. 2010; 17 (1) : 23-29 p. VALE

## APÊNDICE

### APÊNDICE I – TABELA DE COLETA



**PREFEITURA MUNICIPAL DE MARABÁ**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE**  
**DEPTO DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE**  
**DIVISÃO DE VIGILÂNCIA AMBIENTAL**

**RESULTADOS DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DAS AMOTRAS COLETADAS EM DE 2016.**

LOCAL DA COLETA	ENDEREÇO	LOCAL	PH	UT	CT	E. COLI	SAT ISF.	INS ATI SF.
Grota Criminosa	PONTO 1	coleta/ água Superficial	6.8	5.00	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 2	coleta/ água Superficial	6.8	1.32	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 3	coleta/ água Superficial	6.8	1.56	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 4	coleta/ água Superficial	6.8	5.20	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 5	coleta/ água Superficial	6.8	20.6	Presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 6	coleta/ água Superficial	6.8	7.2	Presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 7	coleta/ água Superficial	6.8	9.11	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 8	coleta/ água Superficial	6.8	6.00	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO9	coleta/ água Superficial	6.8	7.00	presente	Presente		X

Fonte: Vigilância ambiental

Rosângela Maria Gomes  
 Téc. em Laboratório  
 CPF: 0154.01302



**PREFEITURA MUNICIPAL DE MARABÁ**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE**  
**DEPTO DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE**  
**DIVISÃO DE VIGILÂNCIA AMBIENTAL**

**RESULTADOS DAS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DAS AMOTRAS COLETADAS EM DE 2017.**

LOCAL DA COLETA	ENDEREÇO	LOCAL	PH	UT	CT	E. COLI	SAT ISF.	INS ATI SF.
Grota Criminosa	PONTO 1	coleta/ água Superficial	6.8	7.00	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 2	coleta/ água Superficial	6.8	3.30	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 3	coleta/ água Superficial	6.8	2.26	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 4	coleta/ água Superficial	6.8	4.20	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 5	coleta/ água Superficial	6.8	2.6	Presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 6	coleta/ água Superficial	6.8	5.2	Presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 7	coleta/ água Superficial	6.8	3.11	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO 8	coleta/ água Superficial	6.8	5.00	presente	Presente		X
Grota Criminosa	PONTO9	coleta/ água Superficial	6.8	6.00	presente	Presente		X

Fonte: Vigilância ambiental

Rosângela Maria Gomes  
 Téc. em Laboratório  
 CPF: 0154.01302

## **APÊNDICE**

### **APÊNDICE I – TABELA DE COLETA**