



**Universidade de Brasília – Unb**  
**Instituto de Ciências Humanas – IH**  
**Departamento de Geografia - GEA**

**VERÔNICA LUANA FREITAS HERINGER**

**ESTIMATIVA DA POLUIÇÃO DIFUSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO GUARÁ- DF.**

**Brasília – DF**

**2019**

VERÔNICA LUANA FREITAS HERINGER

**ESTIMATIVA DA POLUIÇÃO DIFUSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO GUARÁ-DF.**

Monografia apresentada como requisito parcial à  
obtenção do título de bacharel em Geografia pela  
Universidade de Brasília – UnB.

Orientador: Prof. Valdir Adilson Steinke

Brasília, dezembro de 2019

VERÔNICA LUANA FREITAS HERINGER

**ESTIMATIVA DA POLUIÇÃO DIFUSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO GUARÁ-DF.**

Monografia apresentada como requisito parcial à  
obtenção do título de bacharel em Geografia pela  
Universidade de Brasília – UnB.

Brasília, dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Valdir Adilson Steinke  
Departamento de Geografia - Unb  
(Orientador)

---

Prof. Rafael Rodrigues da Franca  
Departamento de Geografia - Unb

---

Profª. Roselir de Oliveira Nascimento  
Departamento de Geografia - Unb

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente a Deus por todo amor, bênçãos recebidas e pela oportunidade e honra de me formar na Universidade de Brasília. Agradeço aos meus pais (Rosani e José Carlos) por me apoiarem em todos os momentos e me orientarem ao longo dos anos de estudo. Agradeço ao meu irmão Gustavo, por me aturar e não desistir de mim. Agradeço especialmente ao meu marido Leonardo por estar ao meu lado me suportando e incentivando ao longo desses quatro anos de graduação.

Gostaria de deixar meus agradecimentos as minhas amigas de Unb, Bianca e Raquel, pela amizade construída ao longo destes quatro anos de curso, pelos sofrimentos, conselhos e amor compartilhados.

Por fim, agradeço aos professores da GEA pelo aprendizado ao longo do curso, em especial ao meu orientador, Prof. Valdir Adilson Steinke, pelas sugestões e orientações na construção e conclusão da monografia. E a todos que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado!

## RESUMO

A questão ambiental tem ganhado destaque atualmente e sendo discutida por todos os segmentos da sociedade, pois esta evoluiu juntamente com a antiga relação de dependência do homem aos recursos naturais. Neste contexto, o presente trabalho se propôs a estimar a poluição difusa na bacia hidrográfica do córrego Guará, com vistas a entender a relação do uso e ocupação da terra com o sistema hidrológico e analisar a relação das Unidades de Conservação com a qualidade das águas do córrego. Os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos propostos constituem-se de aplicação de Geoprocessamento em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG) e uso do Modelo Matemático de Correlação Uso do Solo/Qualidade da Água (MQUAL), que resultaram na geração de mapas temáticos, tabelas e gráficos relativos à Exportação de Cargas Poluidoras de Nitrogênio, Sólidos em Suspensão e Fósforo Total. Os mapas gerados apresentaram a espacialização de áreas sujeitas a maior exportação de cargas e áreas que se estima menor exportação. Sendo a área urbana juntamente a área de uso industrial e comercial representantes de cerca de 90% do total da exportação de cargas poluidoras da bacia. Enfim, as análises visam corroborar a vulnerabilidade ambiental, sensibilidade aos danos antrópicos que o córrego Guará está sujeito e impactam nas áreas de Unidades de Conservação inseridas na área de estudo. E fomentar políticas públicas que definam metas a serem alcançadas, estimulem o monitoramento e controle da poluição difusa.

**Palavras-chave:** Poluição Difusa; Uso e Ocupação da Terra; Qualidade da Água.

## ABSTRACT

The environmental issue has gained prominence today and is being discussed by all segments of society, as it has evolved along with the old relationship of dependence of man to natural resources. In this context, the present work aimed to estimate the diffuse pollution in the Guará stream watershed, in order to understand the relationship between land use and occupation with the hydrological system and to analyze the relationship between Conservation Units and the quality of the waters of the stream. The methodological procedures used to achieve the proposed objectives consist of application of Geoprocessing in the Geographic Information System (GIS) and use of the Mathematical Model of Correlation Land Use/Water Quality (MQUAL), which resulted in the generation of thematic maps, tables and graphs related to Export of Nitrogen Polluting Loads, Suspended Solids and Total Phosphorus. The generated maps presented the spatialization of areas subject to higher cargo exportation and areas that are estimated to be lesser exportation. The urban area, together with the area of industrial and commercial use, represents about 90% of the total export of polluting cargo in the basin. Finally, the analyzes aim to corroborate the environmental vulnerability, sensitivity to anthropogenic damages that the Guará stream is subject to and impact on the Conservation Units in the study area. And foster public policies that set goals to be achieved, encourage monitoring and control of diffuse pollution.

**Key words:** Diffuse pollution; Land Use and Occupation; Water Quality.

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – MODELO DE PAISAGEM EM CONTEXTO ECOLÓGICO. FONTE: CHRISTOFOLETTI, 1999 (ADAPTADO DE ZONNEVELD, 1979).....	25
FIGURA 2 – ESQUEMA DAS FUNÇÕES BÁSICAS DO SIG. FONTE: ANSELIN E GETIS, 1992. ....	27
FIGURA 3 – BACIA HIDROGRÁFICA. FONTE: NASCIMENTO, 2016. ....	28
FIGURA 4 – PROCESSOS HIDROLÓGICOS. FONTE: TUCCI E MENDES, 2006 (IGBP, 1993). ....	30
FIGURA 5 – FONTES DE POLUIÇÃO. FONTE: AMORIM, ET AL, 2009 (TUCCI, 2005). ....	31
FIGURA 6 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO - GUARÁ/DF ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	33
FIGURA 7 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO POR RA´S. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	34
FIGURA 8 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PEEH. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019. ....	36
FIGURA 9 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REBIO GUARÁ. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	37
FIGURA 10 – MAPA HIDROGRÁFICO DO DF. FONTE: PGIRH/DF, 2012. ....	39
FIGURA 11 – MAPA UNIDADES HIDROGRÁFICAS DO DF. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019. ....	40
FIGURA 12 – MAPA HIDROGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019. ....	41
FIGURA 13 – MAPA DE COBERTURA VEGETAL ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	44
FIGURA 14 – MAPA GEOLÓGICO DO DF. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019. ....	48
FIGURA 15 – MAPA ESTRATIGRÁFICO DO DF. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	49
FIGURA 16 – MAPA PEDOLÓGICO. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	51
FIGURA 17 – PEDOLOGIA DA REBIO. ELABORAÇÃO: LIMA ET AL, 2014.....	52
FIGURA 18 – MAPA GEOMORFOLÓGICO DO DF. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	53
FIGURA 19 – LOCALIZAÇÃO DAS COLETAS DE ÁGUA DA REBIO GUARÁ. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	55
FIGURA 20 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO COLETAS DE ÁGUA (CAESB). ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019. ....	59
FIGURA 21 – MAPA DE COLETA DE ÁGUA. ELABORAÇÃO: PAIVA, 2013. ....	61
FIGURA 22 – ENQUADRAMENTOS DOS CORPOS HIDRICOS POR CLASSES. FONTE: ANA, 2009....	62
FIGURA 23 – MAPA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GUARÁ-ALTIMETRIA. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	64
FIGURA 24– MAPA DE USO DA TERRA – EVOLUÇÃO URBANA. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019. .....	72
FIGURA 25– MAPA DE USO DA TERRA – TIPOS DE USOS. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	73

FIGURA 26 – MAPA DE EXPORTAÇÃO DE CARGA POLUIDORA – NITROGÊNIO. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	74
FIGURA 27 – MAPA DE EXPORTAÇÃO DE CARGA POLUIDORA – SÓLIDOS EM SUSPENSÃO. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	75
FIGURA 28 – MAPA DE EXPORTAÇÃO DE CARGA POLUIDORA – FÓSFORO TOTAL. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019.....	76

## ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1 – ADAPTAÇÃO AOS TIPOS DE USOS DA TERRA. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019. ... 69

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: RESULTADO DA ANÁLISE DE ÁGUA. FONTE: PASSOS, 2007; STARLING; GOLÇANVES, 2004. ....	60
TABELA 2: TIPOS DE USOS DA TERRA. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019. ....	66
TABELA 3: VALORES DE REFERÊNCIA PARA EXPORTAÇÃO DE CARGAS DIFUSAS. FONTE: ATUALIZAÇÃO PDPA GUARAPIRANGA, 2006. ....	67
TABELA 4: CÁLCULO DE CARGAS POLUIDORAS. ELABORAÇÃO: HERINGER, 2019. ....	71

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (MM) FONTE: INMET, 2019.....	45
GRÁFICO 2: TEMPERATURA MÉDIA (°C). FONTE: INMET, 2019.....	46
GRÁFICO 3: UMIDADE RELATIVA (%). FONTE: INMET, 2019.....	47
GRÁFICO 4: SÉRIE DE COLIFORMES. FONTE: DIAGNÓSTICO REBIO GUARÁ, 2014. ....	56
GRÁFICO 5: SÉRIE DE METAIS. FONTE: DIAGNÓSTICO REBIO GUARÁ, 2014. ....	57
GRÁFICO 6: FÓSFORO TOTAL. FONTE: DIAGNÓSTICO REBIO GUARÁ, 2014.....	58
GRÁFICO 7: RESULTADO DA ANÁLISE DE ÁGUA. FONTE: PAIVA, 2013. ....	61
GRÁFICO 8: NITROGÊNIO TOTAL. ELABORAÇÃO: VERONICA HERINGER, 2019. ....	77
GRÁFICO 9: SÓLIDOS EM SUSPENSÃO. ELABORAÇÃO: VERONICA HERINGER, 2019. ....	78
GRÁFICO 10: FÓSFORO TOTAL. ELABORAÇÃO: VERONICA HERINGER, 2019.....	78

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	19
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.3	JUSTIFICATIVA .....	19
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
2.1	ABORDAGEM SISTÊMICA .....	20
2.2	GEOSSISTEMAS.....	21
2.3	PAISAGEM .....	22
2.4	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....	25
2.5	BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	27
2.6	POLUIÇÃO DIFUSA .....	29
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA .....</b>	<b>32</b>
3.1	BREVE HISTÓRICO .....	32
3.2	LOCALIZAÇÃO .....	32
3.3	HIDROGRAFIA .....	38
3.4	VEGETAÇÃO .....	42
3.5	CLIMA.....	45
3.6	GEOLOGIA.....	47
3.7	PEDOLOGIA.....	50
3.8	GEOMORFOLOGIA.....	52
3.9	QUALIDADE DA ÁGUA.....	54
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>63</b>
4.1	DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA .....	63
4.2	FONTE DE DADOS .....	65
4.3	MODELO DE CORRELAÇÃO USO DO SOLO/QUALIDADE DA ÁGUA .....	65
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>81</b>

<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>
8.1	ANEXO I - ANÁLISE DE ÁGUA REBIO (2014) .....	91
8.2	ANEXO II - ANÁLISE DE ÁGUA REBIO -2(2014).....	92

# 1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental vem ganhando destaque atualmente e sendo discutida por toda a sociedade, pois as mudanças ambientais trazem impactos positivos ou negativos à qualidade de vida. A evolução histórica da questão ambiental remete aos tempos antigos onde a relação do homem com os recursos naturais eram de dependência para sua sobrevivência. Assim, desde os primórdios, a natureza foi explorada pelo homem, e à medida que este evoluiu, passou a transformar o meio para suprir suas necessidades, porque antigamente era refém das forças da natureza, como por exemplo, as mudanças das estações, das chuvas, do crescimento das plantas, animais e etc.

A humanidade passou por um progresso e desenvolvimento tecnológico que propiciou a intensificação das atividades antrópicas, acelerando o ritmo de mudanças, podendo ser medido pelo poder de domínio e transformação da natureza, que podem levar o homem a extinção. Assim, Silva e Crispim (2011, pg 164) abarcam “quanto mais rápido o desenvolvimento tecnológico, maior o ritmo de alterações provocadas no meio ambiente”.

Silva e Crispim (2011, pg 164, 165) explicam que os problemas ambientais (antrópicos) “decorrem do uso do meio ambiente para obter os recursos necessários para produzir bens e serviços, proporcionando conforto ao ser humano. O que o homem “acha”(considera) que não serve mais é descartado no meio ambiente [...]”.

Assim, a sociedade consumista vem enfrentando acelerada degradação dos recursos naturais que comprometem a qualidade de vida e principalmente das futuras gerações, indo em contraposição a Constituição Federal de 1988, o artigo 225 que abarca sobre o meio ambiente

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

A Revolução Industrial nasceu no século XVIII, iniciada na Inglaterra, constitui um fator que intensificou os problemas ambientais, pois promoveu um rápido crescimento econômico, aumento das taxas de emissão de gases estufa e de substâncias tóxicas nocivas resultantes de atividades industriais. A utilização de inseticidas, herbicidas, fertilizantes e outros produtos industrializados também contribuiu para a agricultura tornar-se uma atividade degradante do meio natural, através da Revolução Verde. Assim, a atividade industrial veio a repercutir em todo o mundo, bem como suas consequências.

Dessa forma, após a Revolução Industrial surge uma infinidade de substâncias e materiais que antes, não existiam na natureza e infelizmente são depositados ou até descartados de forma irregular. E de acordo com Barbieri (2004) foram sintetizadas mais de 10 milhões de substâncias nessa época.

A urbanização constitui-se um dos mais importantes subprodutos da era industrial, pois criou um ambiente sem precedentes na cidade. Silva e Crispim (2011, pg 165 apud DIAS, 2006) explicitam sobre as cidades inglesas

eram cobertas de fumaça e impregnadas de imundice, e os serviços públicos básicos como o abastecimento de água, esgoto sanitários, espaços abertos, etc., não acompanhavam a migração maciça de pessoas.

Assim, a urbanização trouxe vários problemas ambientais consequentes, o aumento e concentração populacional, o consumo excessivo de recursos renováveis e não renováveis, a contaminação das águas, dos solos, do ar, o desmatamento da vegetação, entre outros. Santos (1988) relata a transformação territorial ocorrida com as obras humanas como estradas, plantações, cidades, fábricas, e etc. (SILVA e CRISPIM, 2011).

Na segunda metade do século XIX intensifica-se o debate sobre a questão ambiental no intuito de delimitar, separar áreas para a preservação do ambiente natural. Dessa forma, a criação do parque nacional de Yellowstone (1872) nos Estados Unidos se destaca, por ser o primeiro do mundo. E assim, inspirando outros países a adotar essa ação em promoção do meio natural (preservação ou conservação), gerando o aumento da consciência ambiental em amplos setores da sociedade. E no período pós-guerra, crescem os movimentos ambientalistas atingindo partes maiores da população.

Os Estados Unidos da América na década de 60 (1960) passou pela implantação de grandes empreendimentos, construção de rodovias, grandes represas, derramamento de petróleo, entre outros, causando grandes repercussões e consequências ambientais. Algumas catástrofes ambientais também contribuíram para aumentar e despertar a preocupação ambiental como a contaminação de mercúrio que a lagoa de Minamata no Japão sofreu, atingindo a cadeia alimentar e mais de 17.000 pessoas.

No norte da Itália, em Seveso ocorreu a explosão de um reator nuclear, liberando mais de 8 toneladas de dioxina para a atmosfera, contaminando mais de 110.000 pessoas e provocou o abate de mais de 70.000 animais de grande e pequeno porte. A catástrofe da usina nuclear de Chernobyl, na Rússia, considerada uma das piores da história, causou a morte de mais de 10.000 pessoas a princípio e após contaminando milhares, sem falar no dano a

atmosfera que recebeu material radioativo equivalente a cerca de 40 vezes a mais que as bombas de Hiroshima e Nagazaky.

Outro acidente ambiental marcante ocorreu com o petroleiro Exxon Valdez na Baía Príncipe Willians, no Alasca, que ao realizar manobras para descarregar, rompeu o casco e derramou cerca de 24.000 barris de petróleo, atingindo a fauna e flora marinha da região. E a explosão da plataforma Deepwater Horizon, no golfo do México, controlada pela empresa British Petroleum. Após ficar 2 dias em chamas a plataforma afundou, causando um grande vazamento de petróleo, matando 11 trabalhadores e ferindo 22 pessoas.

Enfim, diante desse quadro surgiram grandes debates, eventos e conferências mundiais visando enfrentar as mudanças e problemas ambientais, buscando soluções. A publicação do livro Primavera Silenciosa de Rachel Carson, em 1962, o Clube de Roma ocorrido em abril de 1968. Em setembro de 1968, ocorre em Paris uma Conferência sobre a conservação e o uso racional dos recursos da biosfera para em 1971 lançar o programa Homem e a Biosfera.

Em 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) realiza a Conferência de Estocolmo que gerou um plano de Ação para o Meio Ambiente Humano, que contém 109 recomendações. Em 1983 a ONU cria a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) e em 1987 é divulgado o informe “Nosso Futuro Comum” de Brundtland, documento considerado importante sobre a questão ambiental.

No Brasil, em 1992, no estado do Rio de Janeiro ocorreu a ECO-92, uma Conferência da ONU também conhecida como Cúpula da Terra, onde foram firmados os compromissos: Convênio sobre a Diversidade Biológica, Convenção sobre as Mudanças Climáticas, Princípios para a Gestão Sustentável das Florestas, Declaração do Rio de Janeiro sobre meio ambiente e desenvolvimento, e a Agenda 21 (documento que propõe práticas e técnicas de desenvolvimento sustentável para as nações, estados e cidades).

Essa questão ambiental no Brasil também refletiu na esfera da política pública através da criação de leis, normas e órgãos com o objetivo de salvaguardar nossos recursos naturais. A partir da década de 30 (1930), surgem as primeiras ações governamentais voltadas para a preservação ambiental, como a criação de três parques nacionais, o Parque Nacional de Itatiaia (divisa do RJ e MG), o Parque Nacional do Iguazu (PR) e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (RJ).

Em 1934 criou-se o primeiro Código Florestal brasileiro (Decreto nº23.793/34), num contexto de forte expansão cafeeira e conseqüente desmatamento da vegetação nativa para as

plantações. Assim, essa lei protegia a vegetação ao longo de rios, lagos e áreas de risco (encostas, dunas), dando origem as Áreas de Preservação Permanente. E também obrigava os proprietários de terras a manter 25% do terreno com a cobertura de mata original.

Na década de 70 (1970), além da Conferencia de Estocolmo em 72, criou-se a Secretaria de Especial de Meio Ambiente (SEMA) que possuía ações voltadas à promoção da preservação do meio ambiente e manutenção dos recursos naturais. E na década seguinte, 80, vários outros órgãos foram criados como o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). A promulgação da Constituição Federal em 1988 se destaca pelo avanço na política ambiental, pois ela abarca os deveres dos cidadãos, empresas e do próprio governo.

Em 2000 criou-se o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) pela Lei 9.985, que objetiva preservar ou conservar áreas específicas, observando suas particularidades e fragilidades. Tratam de unidades de conservação federais, estaduais e municipais, apresentando grande significância na proteção dos recursos naturais brasileiros.

No Distrito Federal (DF) onde se localiza a área de estudo, a Lei Complementar nº 265 de 14 de dezembro de 1999, se reveste de importância, pois criam os Parques Ecológicos e de Uso Múltiplo no DF. Porém, anterior a esta lei, pelo Decreto nº11262, de 16 de setembro de 1988 é estabelecida a Reserva Ecológica do Guará (atual Rebio Guará) e em 1998 foi criado o Parque Ecológico Ezechias Heringer (PEEH) pela Lei nº1.826 de 13 de janeiro.

Anos depois, os Parques Ecológicos e de Uso Múltiplo vão compor o Sistema Distrital de Unidades de Conservação da Natureza (SDUC) instituído pela Lei Complementar nº 827 de 22 de Julho de 2010 que estabelece normas e critérios para a criação, implantação, alteração e gestão das Unidades de Conservação no território do Distrito Federal.

Entretanto, vários estudos como de Matos (2004), Passos (2007), Diagnóstico Ambiental do PEEH (2009), Rodrigues (2012), Plano de Manejo do PEEH (2017), Diagnóstico Ambiental da Rebio Guará (2014) e o Plano de Manejo da Rebio Guará (2015) revelam a sensibilidade destas áreas de conservação e proteção às atividades antrópicas que as impactam, como as ocupações irregulares (chacareiros), pressão e ocupação urbana no entorno, deposição irregular de lixo, ligações clandestinas de esgoto nas redes pluviais entre outros. E esses danos influenciam diretamente o córrego Guará, pois as cargas poluidoras recebidas contribuem para a degradação da qualidade das águas (PGIRH, 2012, p. 49).

Assim, a poluição difusa segundo PGIRH (2012, p. 49) “se dá pela ação das águas da chuva ao lavarem e transportarem elementos potencialmente poluidores da atmosfera e da superfície dos terrenos (urbanos ou rurais) para os corpos receptores”. Ou seja, a poluição difusa possui muitas fontes, sendo dificultosa sua identificação e monitoramento.

Dessa forma, este trabalho se propõe a avançar nesta questão, objetivando realizar a estimativa da poluição difusa na bacia hidrográfica do córrego Guará, através dos seguintes procedimentos metodológicos: aplicação de Geoprocessamento (ortofotocartas, shapes georreferenciados) em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG), geração de mapas temáticos, tabelas, gráficos e do Modelo Matemático de Correlação Uso do Solo/Qualidade da Água MQUAL.

Este trabalho estruturou-se de forma simples, inicialmente se apresenta o Referencial Teórico contendo os conceitos utilizados e todo arcabouço teórico necessário para o desenvolvimento e compreensão deste estudo. Em seguida, a Caracterização da Área de interesse, abrangendo seguintes aspectos: Breve Histórico, Localização, Hidrografia, Vegetação, Clima, Geologia, Pedologia, Geomorfologia e Qualidade da Água. Após, os Procedimentos Metodológicos utilizados na construção deste estudo, posteriormente os Resultados e Discussões e finalmente as Considerações Finais.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

- Estimar a poluição difusa na bacia hidrográfica do córrego Guará - DF.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência do uso da terra no sistema hidrológico.
- Analisar a relação das Unidades de Conservação na qualidade das águas do córrego Guará.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A poluição difusa é um fenômeno de origem do ciclo hidrológico, onde ocorre o arraste dos poluentes pela chuva e seu transporte através do escoamento superficial até alcançar os corpos receptores. Assim, essa poluição por cargas difusas “pode contribuir significativamente para a degradação dos corpos d’água” (PGIRH, 2012, p 49).

O autor Tomaz (2007) abarca sobre a poluição difusa na cidade de São Paulo (capital), no caso do sistema de esgotamento sanitário abarcasse cem por cento (100%) da cidade, o rio Tietê ainda seria poluído cerca de vinte e cinco por cento (25%) pelo escoamento pluvial urbano (AMORIM, *et al*, 2009). Ou seja, é necessário e importante a identificação, monitoramento e controle da poluição difusa.

A Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA) não realiza a quantificação de cargas poluidoras de origem difusa, justificando-se, dessa forma a contribuição deste estudo para a obtenção de conhecimento científico e técnico nessa área, servindo de apoio para futuras pesquisas e para o poder público.

Outra questão relevante deste estudo, o córrego Guará aflui ao Riacho Fundo e deságua no Lago Paranoá, e este reservatório, tem suas águas captadas (desde 2017) e tratadas para o abastecimento público, constituindo o controle e monitoramento de poluentes de grande relevância.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ABORDAGEM SISTÊMICA

A abordagem sistêmica surgiu por volta da década de 30 e foi sendo assimilada, adaptada e aperfeiçoada. Já na década de 80, referenciada aos sistemas dinâmicos da Física e Química (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 5). Assim, Christofolletti (1999, p. 2) salienta:

perspectivas sistêmicas surgiram considerando o desenvolvimento provindo da Biologia teórica, com as inovações introduzidas por Ludwig von Bertalanfy , e as concepções mais recentes ligadas com o desenvolvimento observado no campo da Química e Física.

Vários autores trazem contribuições ao conceito de sistemas, Chorley (em 1962 o introduziu na Geomorfologia), Chorley e Kennedy (1971), Haigh (1985) e Christofolletti (1999).

Para Chorley e Kennedy (1971)

um sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Esses objetos e atributos consistem de componentes ou variáveis [...] que exibem relações discerníveis um com os outros e operam conjuntamente como um todo complexo, de acordo com determinado padrão.

Na concepção de Haigh (1985) “um sistema é uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas interrelações [...] criam uma inteireza que não se encontra [...] quando desagregadas”.

Para Christofolletti (1999, pg 3)

um sistema complexo pode ser definido como sendo composto por grande quantidade de componentes interatuantes, capazes de intercambiar informações com seu entorno condicionante e capazes, também, de adaptar sua estrutura interna como sendo conseqüências ligadas a tais interações.

Esse estudo se destaca por revolucionar a ciência, concepção mecanicista e linear dos sistemas. Ainda sobre sistemas, Christofolletti (1999, p. 3) assinala:

há que reconhecer a existência de sistemas complexos expressos pelas organizações espaciais (sistemas geográficos), nos quais a espacialidade na superfície terrestre torna-se característica inerente e fundamental. Em decorrência, os seus subconjuntos também são sistemas complexos, tais como os sistemas ambientais físicos (geossistemas), os sistemas sócio-econômicos, os ecossistemas, os sistemas urbanos, os sistemas hidrológicos, os sistemas geomorfológicos, etc.

Essas perspectivas sistêmica já citadas, enquadram-se na abordagem holística, pois o todo possui propriedades que não podem ser explicadas em termos de seus constituintes individuais e leva a uma visão integrada e complexa, não sendo segregada (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 4).

Lima e Silva (2015 pg 5 apug Lima 2012) corroboram com

a introdução sistêmica na geografia física proporcionou-lhe uma maior clareza quanto a seu objeto de estudo, empregando uma visão holística, assim como uma aproximação nos estudos da relação homem-meio, abandonando a visão mecanicista e fragmentada dos componentes naturais.

Christofoletti (1999, p. 45) afirma que as contribuições das abordagens holísticas abarcam “[...] interações entre os sistemas ambientais e os sistemas sociais e econômicos, em busca da compreensão do sistema de organização espacial [...]”. E que os sistemas espaciais de mais alta complexidade compreendem a “estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos” (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 41).

Assim, de acordo com Christofoletti (1999, p. 41)

[...] o estudo da organização espacial dos sistemas ambientais físicos, também denominados de *geossistemas*. Como a expressão concreta na superfície terrestre constitui a relevância espacial para a análise geográfica, torna-se necessário que os componentes do geossistema surjam ocupando territórios, que sejam visualizados em documentos tais como fotos aéreas, imagens de radar e de satélites e outros documentos, sendo sensíveis à observação visual.

## 2.2 GEOSSISTEMAS

Os geossistemas derivam da Teoria Geral dos Sistemas proposta por Bertalanffy (1975). Este termo foi introduzido na literatura soviética por SOTCHAVA (1962) e possui muitas contribuições: BERTRAND (1972), MONTEIRO (1978), TRICART (1977) CHRISTOFOLETTI (1999), entre outros. Sua inserção no campo da Geografia Física significou importante melhora ao caráter metodológico, facilitando estudos e análises ambientais integrados (NASCIMENTO E SAMPAIO, 2005, pg 168).

Sotchava (1967) “estabelece uma tipologia aplicável aos fenômenos geográficos, enfocando aspectos integrados dos elementos naturais numa entidade espacial em substituição aos aspectos da dinâmica biológica dos ecossistemas” (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 42).

Para Sotchava,

a principal concepção do geossistema é a conexão da natureza com a sociedade, pois embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais influenciando sua estrutura e particularidades especiais são levados em consideração durante sua análise (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 42, apud SOTCHAVA, 1977).

Os geossistemas na concepção de Sotchava são

sistemas dinâmicos, flexíveis, abertos e hierarquicamente organizados, com estágios de evolução temporal, numa mobilidade cada vez maior sob a influência do homem [...] três escalas: topologia, regional e planetária. Em escala decrescente de categorias distingue geossistema, geócoros, geômeros e geótopos.

Para BERTRAND (1972) geossistema se define como

situado numa determinada porção do espaço, sendo o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único indissociável, em perpetua evolução.

E dessa forma, Bertrand propõe

um sistema taxonômico de hierarquização da paisagem constituído por seis níveis têmporo-espaciais decrescentes. Nas chamadas unidades superiores encontramos a zona, o domínio e a região correspondentes as grandezas de I a IV de TRICART (1965), onde os elementos climáticos e estruturais são mais relevantes. As grandezas de V a VIII da classificação de Tricart correspondem às “unidades inferiores”, onde estão o geossistema, o geofácies e o geótopo, caracterizados pelos elementos biogeográficos e antrópicos (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 42).

MONTEIRO (1978) define geossistema

sistema singular, complexo, onde interagem os elementos humanos, físicos, químicos e biológicos, e onde os elementos sócio-econômicos não constituem um sistema antagônico e oponente, mas sim estão incluídos no funcionamento do sistema.

TRICART (1977, pg 17) assinala que “um sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos”.

Para CHRISTOFOLETTI (1999, pg 41), “sistemas ambientais físicos, também denominados de geossistemas”. E estes representam:

a organização espacial resultante da interação dos elementos componentes físicos da natureza (clima, topografia, rochas, águas, vegetação, animais, solos) possuindo expressão espacial na superfície terrestre e representando uma organização (sistema) composta por elementos, funcionando através dos fluxos de energia e matéria dominante numa interação areal. As combinações [...] podem criar heterogeneidade interna no geossistema, expressando-se em mosaico paisagístico.

## 2.3 PAISAGEM

Se faz relevante um breve estudo sobre a categoria da paisagem, pois os estudos geossistêmicos de Bertrand (1972), Tricart (1977) e Christofolletti (1979) estão vinculados a concepção de geossistema como unidade de análise da paisagem delimitável (LIMA e SILVA, 2015, pg 8).

O estudo da paisagem como categoria na Geografia remete ao próprio desenvolvimento da ciência geográfica, apresentando a dicotomia do meio natural e do meio social (humano).

Christofolletti (1999, p. 38) aponta que na idade Média, o primeiro termo a surgir seria o vocábulo germânico *Landschaft*, que significa “uma região de dimensão média, o território onde se desenvolve a vida de pequenas comunidades humanas” (ROUGERIE e BEROUTCHACHVILI, 1991).

O mesmo autor também abarca sobre a palavra italiana *paesaggio* (paisagem) relacionada a pinturas da natureza no período da Renascença que remetem “o que se vê no espaço”; “aquilo que o olhar abrange [...] em um único golpe de vista”; “o campo de visão” (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 38).

Na perspectiva naturalista, a contribuição de Alexandre von Humboldt se destaca, pois em seus estudos “ressalta a fisionomia do *pays*, o aspecto da vegetação, [...] e abranger tanto o clima e sua influencia sobre os seres organizados, como o aspecto da paisagem, variada conforme a natureza do solo e de sua cobertura vegetal” (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 38). Ele dava ênfase ao estudo da vegetação para caracterizar o espaço.

Christofoletti (1999, p. 38) abarca que “no final do século XIX praticamente encontravam-se estabelecidas as bases da *Landschaftskunde*, da ciência da paisagem, considerada principalmente sob uma perspectiva territorial [...]”.

Na França, permeavam as obras do geógrafo LA BLACHE (1904) que se baseavam nos elementos naturais e humanos, e em análises regionais. Porém havia uma tendência para as descrições físicas em vista das atividades antrópicas (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 38).

Christofoletti (1999, p. 38, 39) explicita que

Em decorrência das raízes naturalistas, tornava-se compreensível a valorização maior para a focalizar as “paisagens” morfológicas e da cobertura vegetal, surgindo a adjetivação para estabelecer distinções entre as *paisagens naturais* e as *paisagens culturais*.

Assim, nesse contexto, apareceram propostas como a elaborada por Carl SAUER (1925), para que a Geografia “considerasse e estudasse o fenômeno global da paisagem como um todo” (SCHMITHUSEN, 1942; CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 39). SAUER (1925) em seus trabalhos utiliza o termo paisagem para definir o conceito unitário da Geografia, encontrando um lugar preciso no campo do conhecimento para essa disciplina (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 39).

Christofoletti (1999, p. 39) explicita que SAUER (1925) define a paisagem

como um organismo complexo, feito pela associação específica de formas e apreendida pela análise morfológica. O conteúdo da paisagem é constituído pela combinação de elementos materiais e de recursos naturais, disponíveis em um lugar, com as obras humanas correspondendo ao uso que deles fizeram os grupos culturais que viveram nesse lugar.

Dessa forma, SAUER (1925) explica que há uma relação de interdependência entre os elementos e não uma simples adição e que o tempo é um fator importante, “afirmamos [...] que a área (da paisagem) tem uma forma, uma estrutura, um funcionamento e uma posição no

sistema, e que ela está sujeita ao desenvolvimento, mudanças, aperfeiçoamento” (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 39).

O conhecimento geográfico e ecológico evoluiu com o tempo e assim surgiram inúmeras propostas que abarcam os elementos naturais, delineando as unidades constituintes da superfície da terra.

Assim, surgiu inicialmente a proposta Ecologia da Paisagem, do geógrafo alemão Carl Troll (1938) e posteriormente, o termo Geoecologia. Sendo, o resultado da relação da Geografia com a Biologia. Em suas análises ele também leva em consideração a visão da paisagem incluindo a ação humana, a vertente cultural e socioeconômica (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 39).

Em sua abordagem, TROLL (1938) “visualizava a aplicação da Ecologia das paisagens aos propósitos humanos, tais como ao desenvolvimento das terras, planejamento regional e planejamento urbano” (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 39).

O estudioso VINK (1983) considera a Ecologia da paisagem o campo “que tem a paisagem ou geosfera como o fundamento chave do meio ambiente para as comunidades de plantas, animais e homem” (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 39). Dessa forma, ele também incluía os ecossistemas, fenômenos e processos. Assim, seus objetivos se direcionam para “relações entre indivíduos ou grupos de organismos em uma determinada área da superfície da terra”, estudando as interações entre biosfera, antroposfera e meio abiótico (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 39).

A figura 01 abaixo apresenta o modelo da paisagem no contexto ecológico, elaborado por Zonneveld (1979). Observa-se as linhas em 1 indicam relações de dependência em graus diversos, e as linhas em 2 mostram as duas principais retroalimentações (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 39).

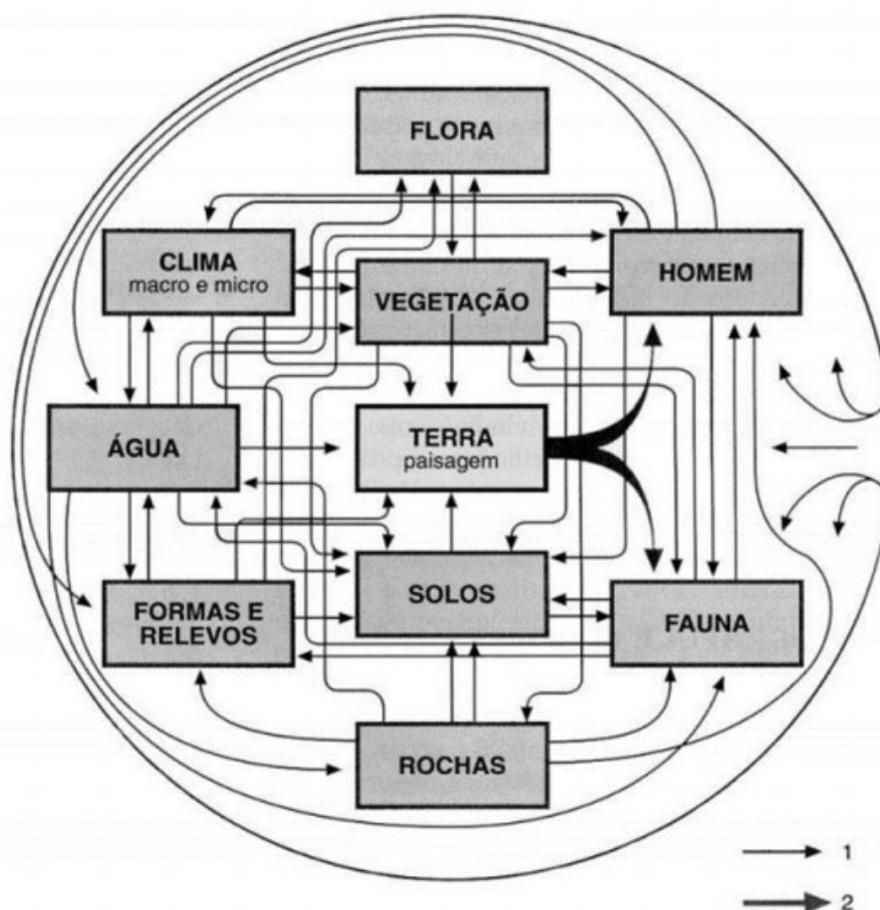


Figura 1 – Modelo de paisagem em contexto ecológico. Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1999 (adaptado de Zonneveld, 1979)

TRICART (1972, 1973, 1976, 1977 e 1979) também contribuiu a essa questão da análise integrada do sistema natural ao “considerar a Terra como planeta vivo e a ordenação do meio natural [...] delineamento da Ecodinâmica [...] e a focalização da análise sistêmica do meio natural” (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 40).

## 2.4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) surgiu em meados da década de 60 (1960), inicialmente vinculado a dois seguimentos, o manejo de informações mapeadas de Uso da Terra (Canadá) e a manipulação de diferentes tipos de dados para modelos em transporte em grande escala (EUA).

Segundo BERRY (1995a) “o modelo é uma representação da realidade, sob forma material ou simbólica, distingue duas categorias gerais de modelos: a estrutural e a relacional” (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 18). Assim, os modelos de SIG se dividem em dois tipos, o

cartográfico e o espacial. Os modelos cartográficos derivam da automação, não necessitando de instrumentação de desenho. Já os modelos espaciais resultam de operações e relações matemáticas entre as variáveis (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 18).

Assim, BERRY (1995a) criou um guia classificatório dos modelos em Sistemas de Informação Geográfica, relacionando as características dos modelos com tipologia, estrutura e categoria. Essas características são: escala, extensão, objetivo, abordagem, técnica, associação, agregação e temporalidade (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 18).

CALKINS e TOMLINSON (1977) propõem a definição de SIG

é um conjunto integrado de programas especificamente elaborados para serem utilizados com dados geográficos, executando espectro abrangente de tarefas no manuseio dos dados. Essas tarefas incluem a entrada, o armazenamento, a recuperação e os produtos resultantes do manejo dos dados, em adição à ampla variedade processos descritivos e analíticos.

Para BURROUGH e McDONNEL (1998) os SIGs são “um poderoso conjunto de instrumentos para coletar, armazenar, recuperar informações, transformando e organizando os dados do mundo real para um conjunto particular de objetivos”.

Christofoletti (1999, p. 29) compreende que “os sistemas são de informações a respeito de dados em unidades espacialmente distribuídas, focalizando os fenômenos ocorrentes na superfície terrestre e os seus atributos”. E o termo sistema representa conjunto de elementos relacionados que formam uma unidade complexa. De modo geral,

o conjunto dos programas é considerado como designado apenas os códigos computacionais. Todavia, isoladamente não possuem expressividade, pois para o seu funcionamento há a necessidade dos equipamentos, das informações (banco de dados) e a presença dos usuários, que formam a base conceitual dos elementos componentes do sistema de informação geográfica (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 29).

CHRISTOFOLETTI (1999, pg 29) assinala que “os programas de SIGs são constantemente utilizados para o processamento de dados, elaboração de mapas relacionados com os inputs de dados ou resultados de modelos [...]”. E atualmente compreendem o manejo de banco de dados relacionais, algoritmos gráficos, interpolações, zoneamento e análises de redes simplificadas.

A figura 02 abaixo apresenta o esquema simplificado das funções básicas do Sistema de Informação Geográfica elaborado por Anselin e Getis (1992). A partir da realidade percebida, ocorrem quatro funções básicas: a) entrada de dados (mensuração dos dados do modelo); b) armazenamento e recuperação dos dados (onde possuem componentes espaciais e atributos/não espaciais); c) análise dos dados (manipulação, seleção, exploração e

confirmação dos dados), e d) apresentação dos produtos (resultados) ao usuário (CHRISTOFOLETTI, 1999, pg 31).

Os SIGs permitem compatibilizar a informação de diversas fontes, de sensores espaciais, de Sistemas de Posicionamento Global e de Topografia. E segundo Silva (1999), podem produzir mapas com rapidez, reduzir o preço da produção, facilitar a utilização, possibilitar a atualização automática e revisão, possibilitar a análise quantitativa de dados espaciais e etc.

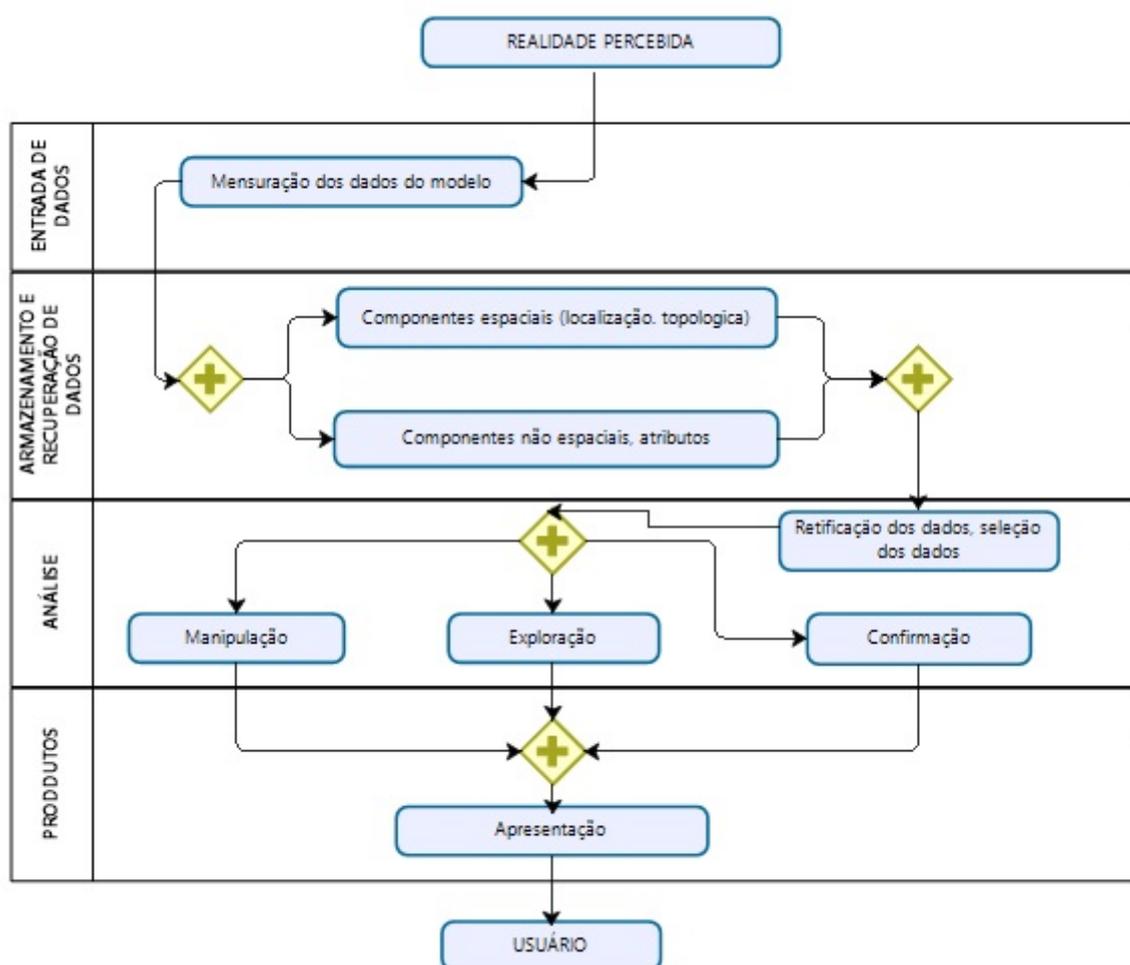


Figura 2 – Esquema das funções básicas do SIG. Fonte: Anselin e Getis, 1992.

## 2.5 BACIAS HIDROGRÁFICAS

O delineamento do conceito de Bacias Hidrográficas torna-se relevante para compor este arcabouço teórico. E este, possui muitas definições. Segundo a Lei das Águas nº 9.433 (1997) artigo 1º inciso V “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da

Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”.

A Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA) define a bacia hidrográfica como “a área em que ocorre a captação e drenagem das águas de chuva para um determinado curso d’água e seus afluentes, em decorrência das características geográficas e topográficas” (ADASA, 2012, pg 45).

Inúmeros autores como Araújo; Almeida; Guerra (2005), Barella (2011), Christofolletti (1999), Tucci e Mendes (2006), dentre outros, abarcam conceituações referentes à área drenada pelo rio principal e seus afluentes, com os divisores separando e direcionando as águas de áreas mais altas para as baixas. Na figura 03 abaixo se observa a bacia hidrográfica, possuindo o rio principal, seus afluentes e os divisores de bacias que formam as sub-bacias (hierarquização da drenagem).

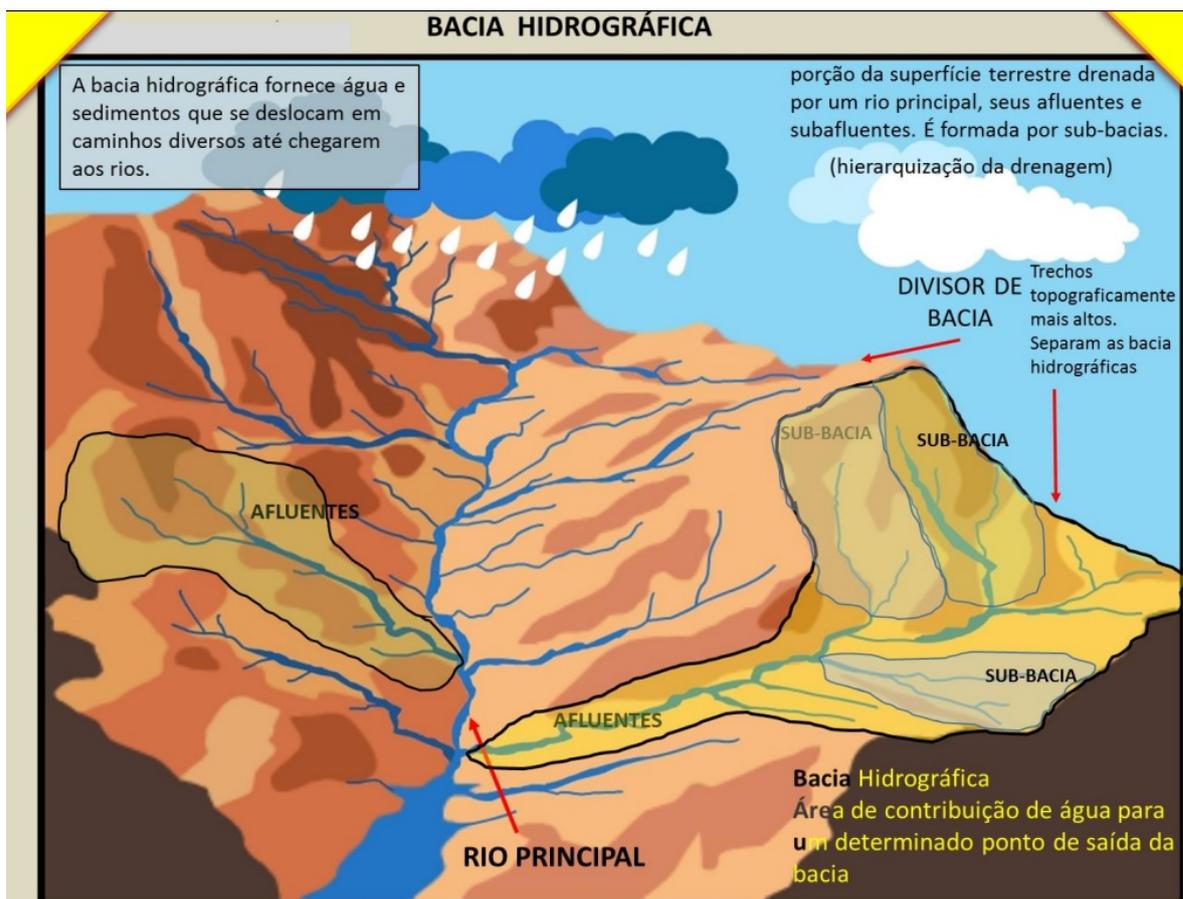


Figura 3 – Bacia Hidrográfica. Fonte: Nascimento, 2016.

Porém, os autores Pires; Santos e Del Prete (2008, pg 17) apresentam que “o conceito de bacia hidrográfica vem sendo cada vez mais expandido e utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental”. E Tonello (2005) também afirma que a bacia hidrográfica “deve ser considerada como unidade de planejamento buscando a preservação dos recursos hídricos” (LIMA e SILVA, 2015, pg 14, 15)

Lourenço (2013, pg 29) aborda a bacia hidrográfica como sistema “[...] que evidencia as relações de seus elementos físicos e biogeográficos no contexto espacial, como também das variáveis socioeconômicas”.

Rodriguez (2005) explicita a bacia hidrográfica como uma totalidade sistêmica “formada por interações e articulações dos vários sistemas ambientais, ecossistemas, geossistemas e sociossistema” (LIMA e SILVA, 2015, pg 14).

Lima e Silva (2015, pg 14) argumentam que para Nascimento e Villaça (2008) “unidades espaciais de fácil reconhecimento assim como de fácil caracterização, considerando que não há nenhuma área da superfície terrestre que não esteja inserida em uma bacia hidrográfica, sendo possível avaliar as ações humanas que atuam [...]”. Nesse sentido, Vaeza et al (2010, pg 24) corroboram que “seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área”.

E, por fim, LIMA e SILVA (2015, pg 7, apud Lorandi, Cançado, 2008) abarcam

integração dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com foco na qualidade ambiental, a partir da otimização dos recursos naturais, com vistas a diminuir os impactos e riscos ambientais na bacia de drenagem.

## **2.6 POLUIÇÃO DIFUSA**

Vários autores como ANA (2009), Tucci e Mendes (2006) PGIRH (2012, p. 49) definem a poluição difusa como um fenômeno de origem do ciclo hidrológico, que se dá pela ação das águas da chuva ao transportarem pelo escoamento superficial os elementos poluidores da atmosfera e da superfície dos terrenos (urbanos ou rurais) para os corpos receptores. Assim, a figura 04 abaixo visa representar os processos hidrológicos que ocorrem nas bacias hidrográficas.

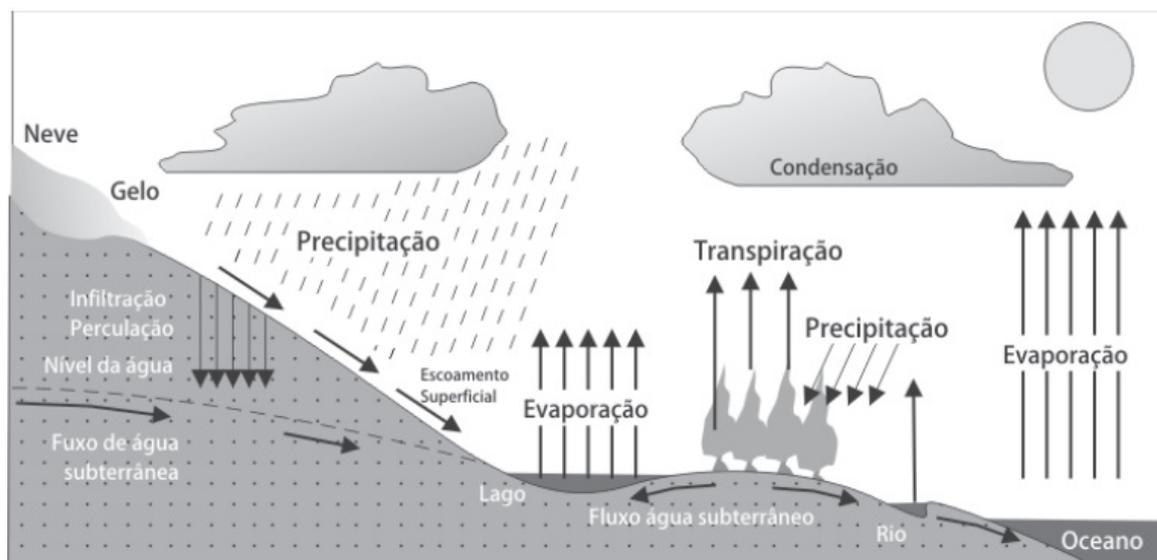


Figura 4 – Processos Hidrológicos. Fonte: Tucci e Mendes, 2006 (IGBP, 1993).

Segundo Tucci e Mendes (2006, pg 15) esses processos hidrológicos “possuem duas direções predominantes de fluxo na bacia: vertical e o longitudinal”. De acordo com a figura acima, as dinâmicas de precipitação, transpiração, evaporação, condensação, infiltração e percolação representam a direção vertical. Enquanto o escoamento sub e superficial, ou seja, o fluxo de água nos gradientes da superfície e subterrânea indica a direção longitudinal.

O estudo de Porto (1995) abarca sobre a poluição difusa que “é intensificada pela velocidade do escoamento, gerando uma capacidade de arraste maior e conseqüentemente uma maior carga de poluentes arrastada para os corpos hídricos” (AMORIM, 2016).

Porto (1995) e Tomaz (2007) realizaram estudos sobre a qualidade das águas do escoamento superficial resultante da poluição difusa e demonstraram o alto nível de contaminação nos corpos hídricos urbanos. A figura 05 apresenta as fontes de poluição do espaço urbano, que são originados das atividades indicadas: tóxico (metais, pesticidas, cloretos), orgânico, nutriente (Fósforo e Nitrogênio), patogênico, sedimento e estético (lixo e detritos).

Assim, observa-se que as atividades humanas impactam sobre os sistemas hídricos através da alteração dos usos da terra nas bacias hidrográficas, principalmente com a urbanização, que provoca a impermeabilização do solo (asfalto), alteração da morfologia de canais (canalização), construção de barragens, alterações na vazão e volume, enfim, alterações na dinâmica desses sistemas (SILVA, 2016).

Dessa forma, a mudança no uso e ocupação da terra se destaca como fator crítico na disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas.

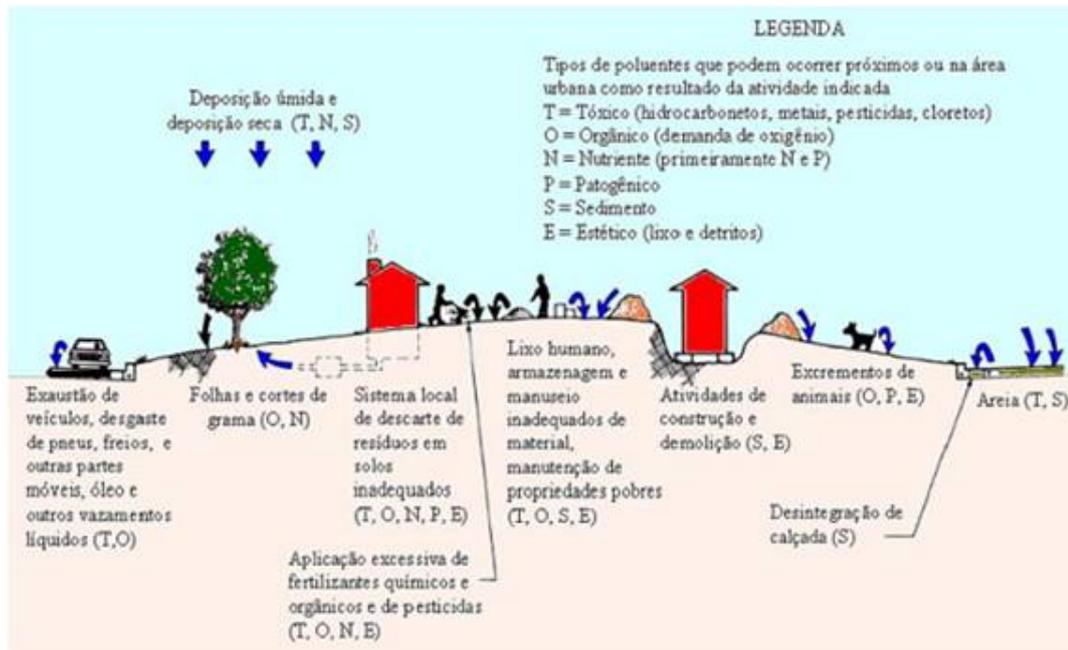


Figura 5 – Fontes de poluição. Fonte: Amorim, et al, 2009 (Tucci, 2005).

Assim, a quantificação do carreamento desses poluentes gerados pelas atividades antrópicas, se faz através da carga, que se apresenta pela vazão e concentração, expressos em unidade de massa por tempo (SILVA, 2016). E essa carga “varia no tempo e no espaço ao longo do rio em função das alterações que ocorrem no ciclo hidrológico e na bacia hidrográfica, além das reações biogeoquímicas que transcorrem nesse ecossistema” (SILVA, 2016, p. 6. Apud Tundisi & Tundisi 2008).

### **3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

#### **3.1 BREVE HISTÓRICO**

A Região Administrativa do Guará (RA X) segundo a CODEPLAN (2018) foi idealizada por Lúcio Costa para receber os trabalhadores do Setor de Indústria e Abastecimento (SIA), funcionários públicos, entre outros. A proposta de ocupação iniciou por volta de 1966 pela Sociedade de Habitação de Interesse Social, mas se concretizou no ano seguinte através do projeto “Mutirão da Casa Própria” direcionado pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital (NOVACAP), que construiu 800 mordias. Assim, de acordo com Rodrigues (apud MATOS, 2004) “o Guará I foi fundado em 1969, com 2.623 casas concluídas e 1.021 em construção, abrigando uma população de 25 mil habitantes”.

E hoje, segundo os dados da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios de 2018, a população urbana do Guará se aproxima de 134.002 pessoas.

#### **3.2 LOCALIZAÇÃO**

O Guará se localiza sob as Coordenadas Geográficas 15 50’ 04” de latitude e 47 58’ 02” de longitude. E territorialmente, segundo o Plano de Ordenamento Territorial (2012) situado na Unidade de Planejamento Territorial Central – Adjacente 2 – UPT III e na rea Urbana Consolidada. Assim, apresenta-se a figura 6, o Mapa de Localização do Guará, podendo notar sua proximidade com a Asa Sul (Plano Piloto - Brasília). Neste mapa destaca-se o córrego Guará que está inserido na área territorial da Região Administrativa do Guará (motivo do enfoque no Guará), sua divisa a oeste ao longo do córrego Vicente Pires e a leste, Brasília.

A rea de estudo deste trabalho é apresentada na figura 7 (Mapa da área de estudo por RA’s), pois compreende a área da bacia hidrográfica do córrego Guará e engloba cerca de 39 km<sup>2</sup>. Além da RA Guará, localizada no centro da bacia (rea focal), como se observa, esta área também abrange o Setor de Indústria e Abastecimento (SIA RA XXIX), uma pequena parte de Vicente Pires (RA XXX), duas áreas do Setor Complementar de Indústria e Abastecimento (RA XXV), ao sul, uma pequena porção do Núcleo Bandeirante (RA VIII) e a leste, uma parte de Brasília, pertencente ao Plano Piloto.

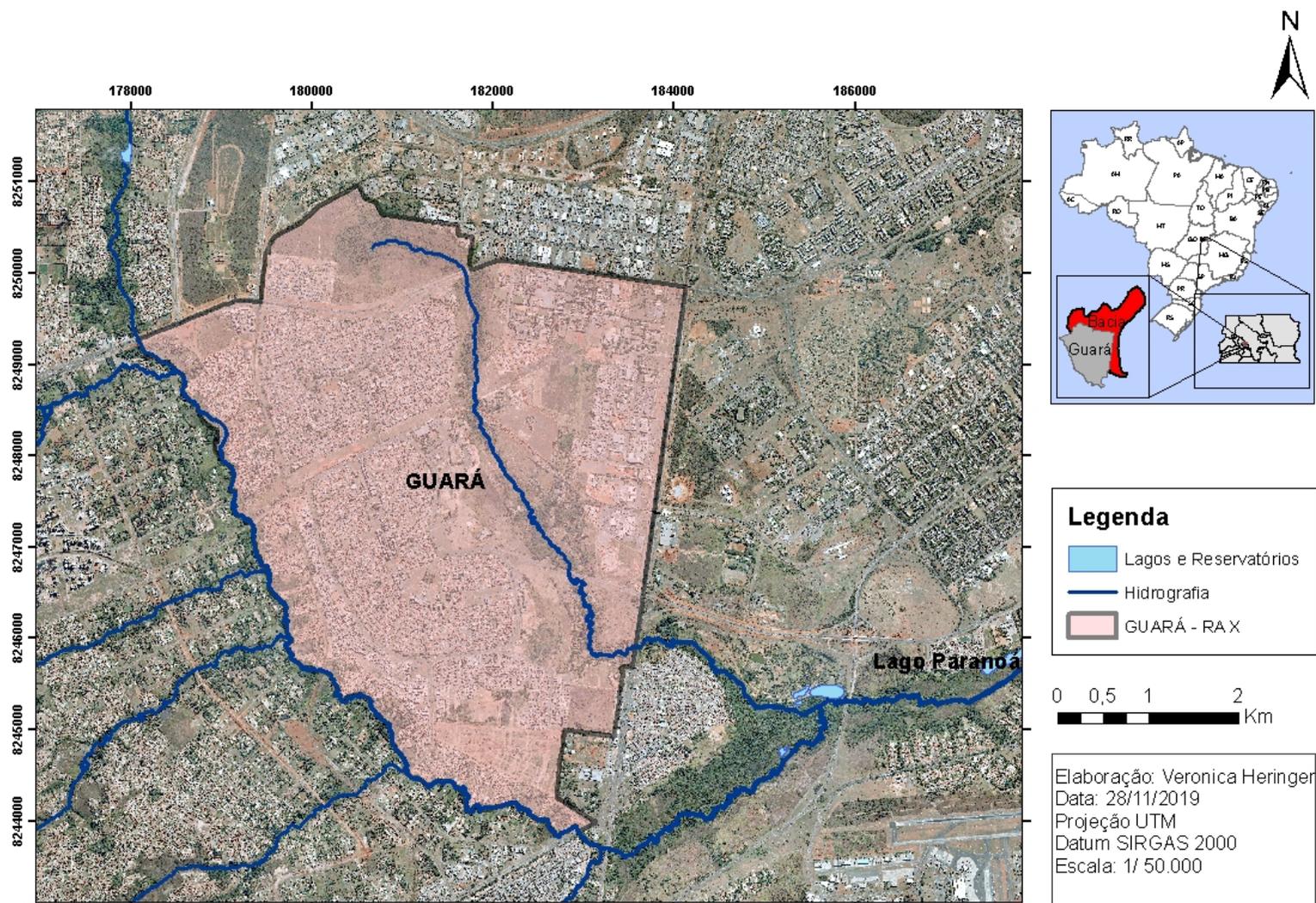


Figura 6 – Mapa de Localizacao - Guara/DF Elaboracao: Heringer, 2019.

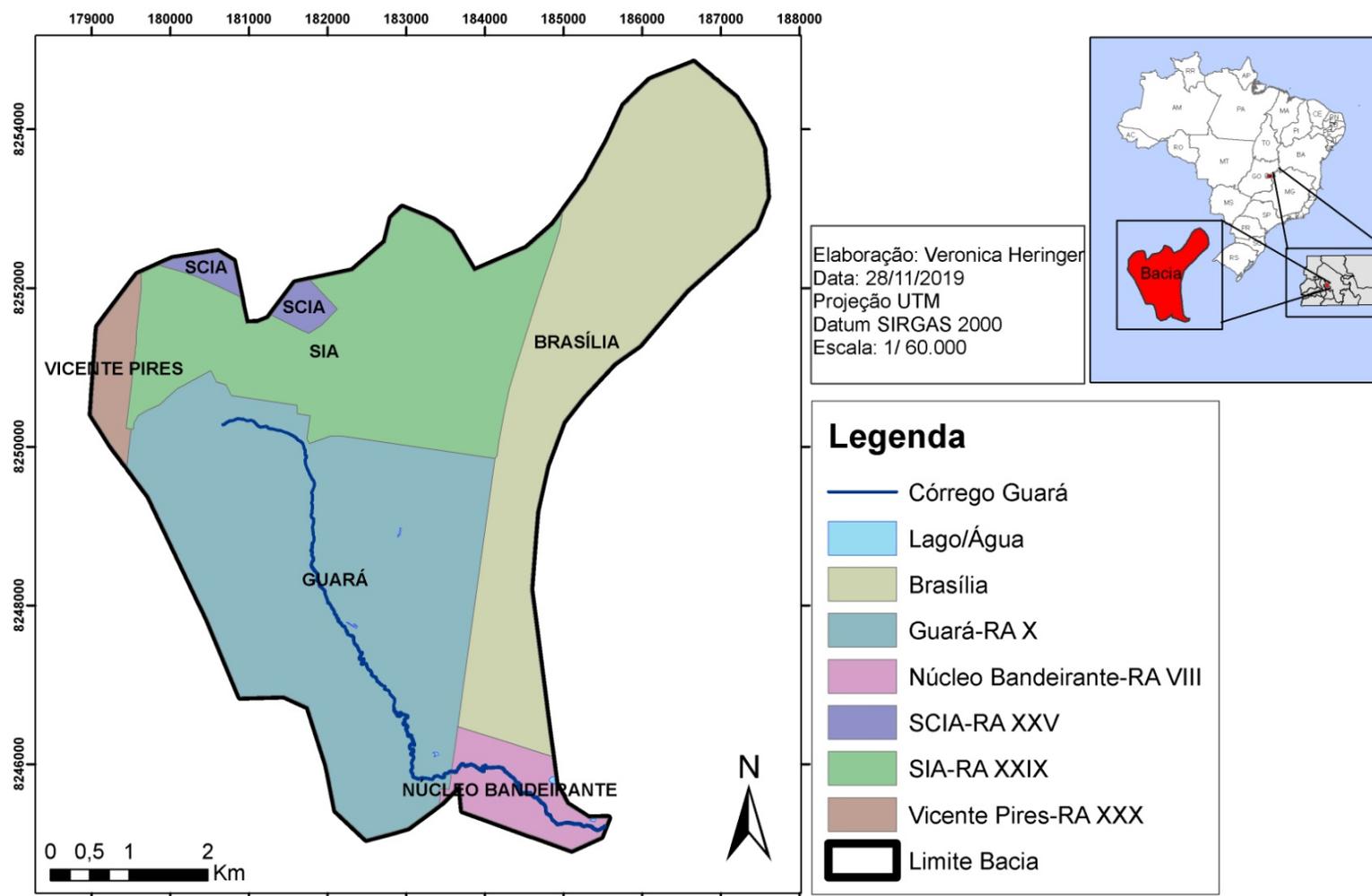


Figura 7 – Mapa da Área de Estudo por RA's. Elaboração: Heringer, 2019.

Como já explicitado anteriormente, a RA Guará (X) teve sua origem vinculada ao SIA (RA XXIX), e juntas faziam parte do Setor Residencial Indústria e Abastecimento (SRIA). Posteriormente ocorreu sua desvinculação e pela Lei nº 3.618, de 14 de julho de 2005, criou-se a RA SIA, abrangendo também o Setor de Garagens e Concessionárias de Veículos – SGCV, de Garagens de Transportes Coletivos – SGTC, de Inflamáveis – SI, de Oficinas Sul – SOFS, de Clubes Esportivos e Estádios Sul – SCESS e de Transporte Rodoviário e de Cargas – STRC.

Porém, dentro da área de estudo ressalta-se as Unidades de Conservação, distrital o Parque Ecológico Ezechias Heringer (PEEH) e federal, a Reserva Biológica do Guará (Rebio Guará). Essas áreas abrigam o córrego Guará, sendo a delimitação da área de estudo, a bacia hidrográfica do córrego.

O Parque Ecológico Ezechias Heringer (PEEH) criado pela Lei Distrital 1.826, de 13 de janeiro de 1998, na Região Administrativa do Guará (RA X), possuía segundo o artigo 1º desta Lei uma área total de 306,44 hectares. Atualmente, a poligonal do PEEH sofreu uma redefinição através da Lei Complementar nº 916, de 17 de outubro de 2016, passando para uma área total de 344,9508 hectares. Esta área do parque antigamente pertenceu ao Setor de Áreas Isoladas (Decreto nº 3.597 de março de 1977) e já foi denominada Parque do Guará (renomeada pela Lei nº 756 de 1994).

Segundo a Lei Complementar nº 265, de 14 de dezembro de 1999, que dispõe sobre a criação de Parques Ecológicos e de Uso Múltiplo no DF, o artigo 4º apresenta que

os Parques Ecológicos devem possuir áreas de preservação permanente, nascentes, olhos d'água, veredas, matas ciliares, campos de murundus ou manchas representativas de qualquer fitofisionomia do cerrado que abranjam, no mínimo, 30 por cento da área total da unidade.

Assim, observa-se na figura 8, o Mapa de Localização do PEEH com a presença do córrego Guará, áreas de preservação permanente (APP) em sua extensão e uma vegetação variada do Cerrado com a ocorrência de campos de murundus. E então perceber que este parque ecológico possui razão de existência para a conservação de seus atributos naturais e cumprir sua função ambiental. Os objetivos do PEEH de acordo com o artigo 3º da legislação de criação (DF LEI Nº 1.826/1998) são:

garantir a preservação dos ecossistemas remanescentes, com recursos bióticos e abióticos; promover a recuperação das áreas degradadas com espécies vegetais nativas da região; proporcionar a população condições para a realização de atividades culturais, educativas e de lazer em contato harmônico com o meio natural; disciplinar a ocupação da área; incentivar a pesquisa para possibilitar o repovoamento da área com a fauna do cerrado.

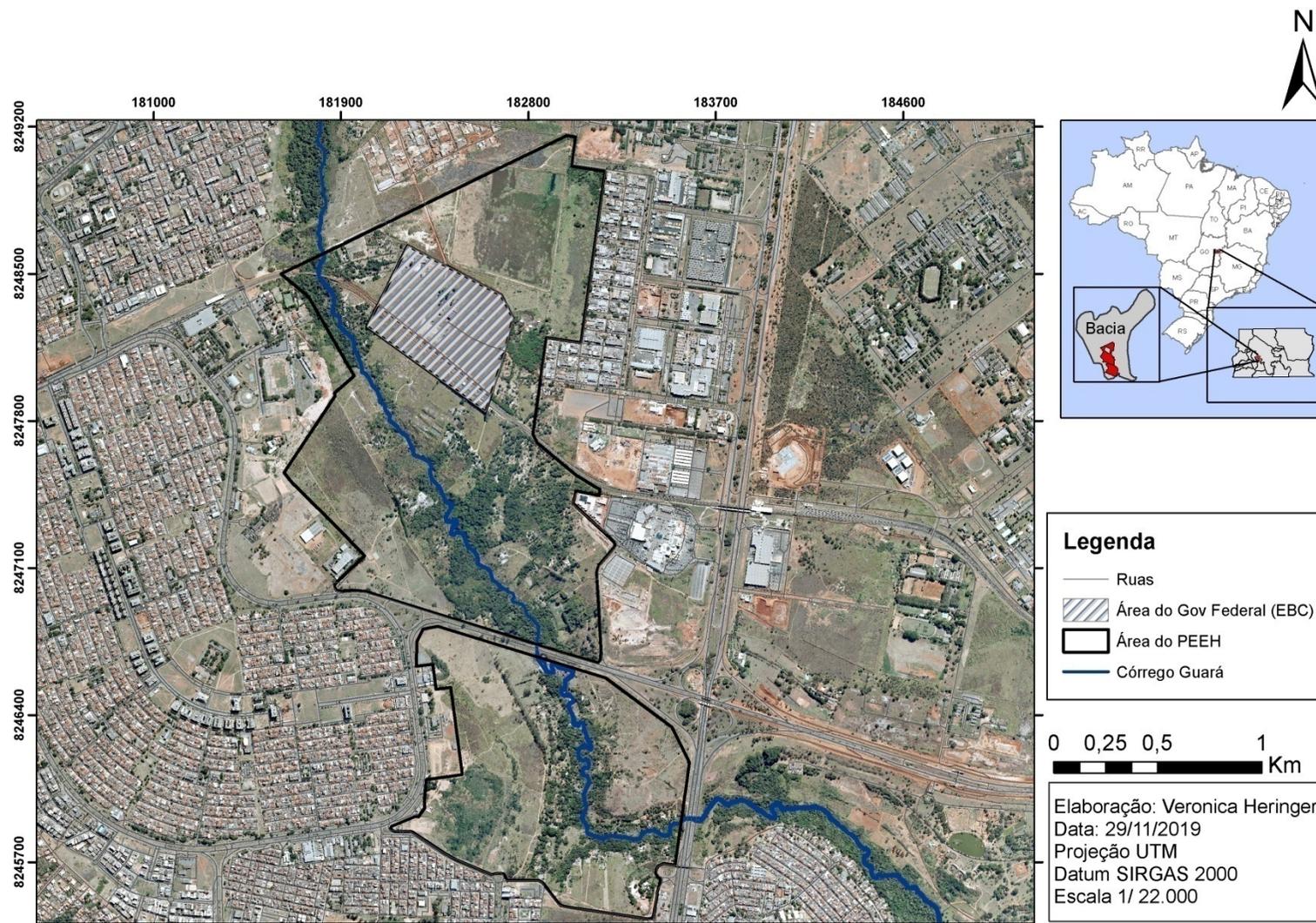


Figura 8 – Mapa de Localização do PEEH. Elaboração: Heringer, 2019.

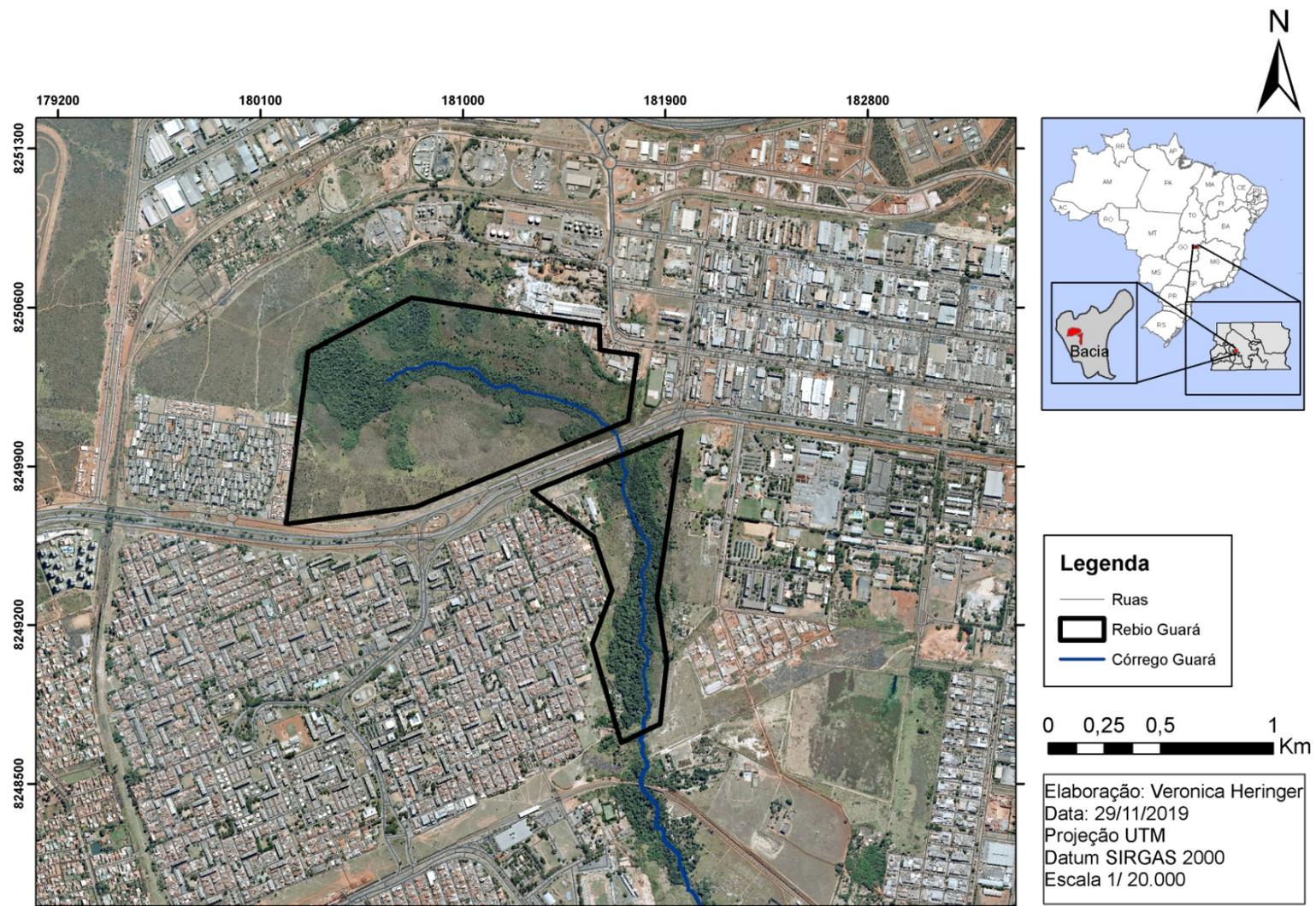


Figura 9 – Mapa de Localizao da Rebio Guará. Elaborao: Heringer, 2019.

O Decreto nº 11.262 de 16 de setembro de 1988, deu origem a Reserva Ecológica do Guará, levando em consideração a necessidade proteger a mata ciliar das nascentes do córrego Guará e a grande diversidade de flora com espécies raras e endêmicas. Abrangendo uma área de 147 hectares. E através do Decreto nº 29.703, de 17 de novembro de 2008, transformou-se em Reserva Biológica do Guará.

O Planejamento territorial do Distrito Federal PDOT (2009) estabelece uma região de Macrozona de Proteção Integral, abarcando uma área de 194 hectares, equivalente a área registrada no Cartório do 1º Ofício do Registro de Imóveis do Distrito Federal, sob as matrículas nº 11.207 e nº 11.208. Abarcando assim, “áreas importantes para a manutenção dos ecossistemas locais, tais como a integralidade das nascentes do córrego Guará e os campos de murundus associados” (LIMA *et al*, 2014, p. 28).

A figura 9 (página anterior, 37) expõe o Mapa de Localização da Reserva Biológica do Guará, que abriga as nascentes do córrego Guará. Como se observa, a área da reserva se divide em duas subáreas pela via Estrada Parque Taguatinga (EPTG) e ao sul pela linha do metrô.

### 3.3 HIDROGRAFIA

O Mapa Hidrográfico do Distrito Federal (figura 10) elaborado pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA) através do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal (PGIRH/DF) realizado em 2012, apresenta a hidrografia do DF a nível regional e distrital. Assim, se observa a localização do Guará na Região Hidrográfica Paraná e à Bacia Hidrográfica Lago Paranoá (área 337 km<sup>2</sup>). E a nível local pertence à Unidade Hidrográfica Riacho Fundo, como demonstra a figura 11, as Unidades Hidrográficas do DF.

Entende-se por bacia hidrográfica a definição da ADASA (2012, p. 45) “área em que ocorre a captação e drenagem das águas de chuva para um determinado curso d’água e seus afluentes, em decorrência das características geográficas e topográficas”.

No interior da área de estudo encontra-se o córrego Guará, afluente do córrego Riacho Fundo e deságua no Lago Paranoá, como mostra o Mapa Hidrográfico da área de estudo, na figura 12. As nascentes encontram-se “protegidas” na Reserva Biológica do Guará (Unidade de Conservação de Proteção Integral), circundadas pelo SIA e sua extensão se aproxima de 8

km, percorrendo o interior do PEEH (Unidade de Conservação de uso sustentável) e contribuindo ao Riacho Fundo.

Sobre as águas subterrâneas da área de estudo, o Diagnóstico do PEEH expressa:

O comportamento hidrogeológico no Distrito Federal apresenta dois domínios bastante distintos: as águas subterrâneas rasas e as águas subterrâneas profundas, respectivamente atribuídas aos aquíferos dos domínios Poroso e Fraturado (SARACURA et al, 2009, pg 36).

Campos e Freitas-Silva (1999) definem o domínio poroso “aquífero intergranular contínuo, livre e de grande distribuição lateral”. Com espessuras indicadas por poços escavados superiores a 15 metros, possui condutividade hidráulica média a baixa devido a sua relação direta com latossolos de textura argilosa (SARACURA et al, 2009, pg 36). Em contrapartida, o domínio fraturado, conceituam “aquífero livre, descontínuo e de restrita continuidade lateral, além de possuir baixo potencial em função de sua reduzida condutividade hidráulica”. As reservas relacionadas a estes aquíferos estão sujeitas a amplas variações sazonais, sendo considerado de pequena importância hidrogeológica local, com vazões médias de 4,39 m<sup>3</sup>/h (SARACURA et al, 2009, pg 37).

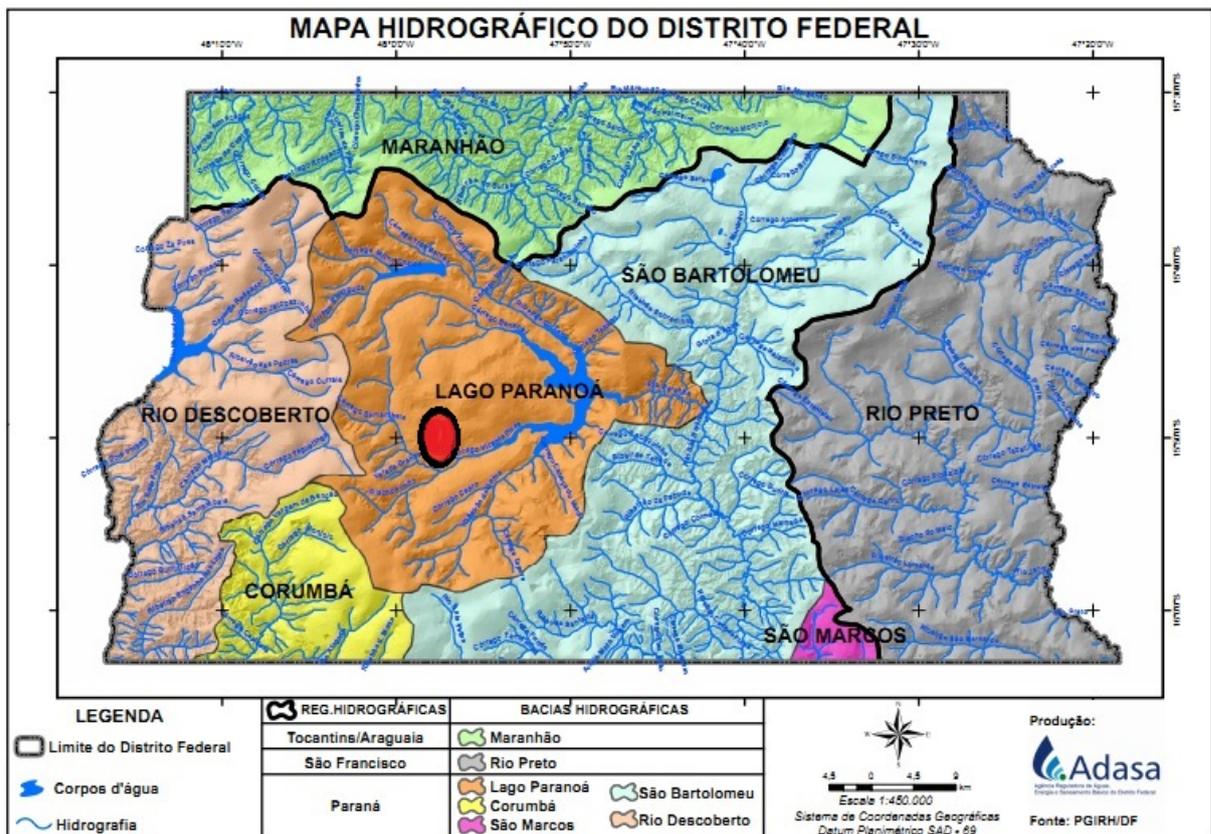


Figura 10 – Mapa Hidrográfico do DF. Fonte: PGIRH/DF, 2012.

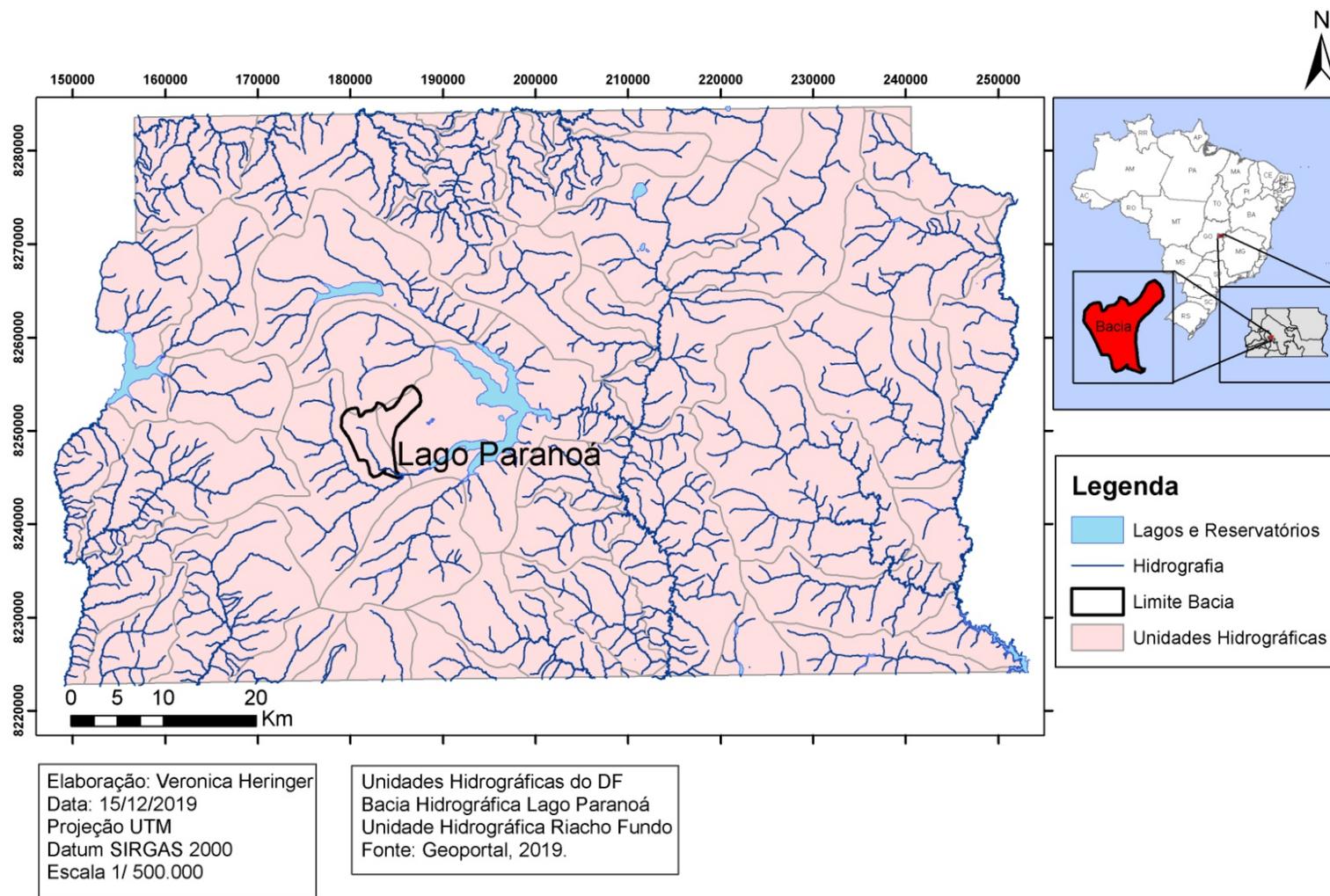


Figura 11 – Mapa Unidades Hidrográficas do DF. Elaboração: Heringer, 2019.

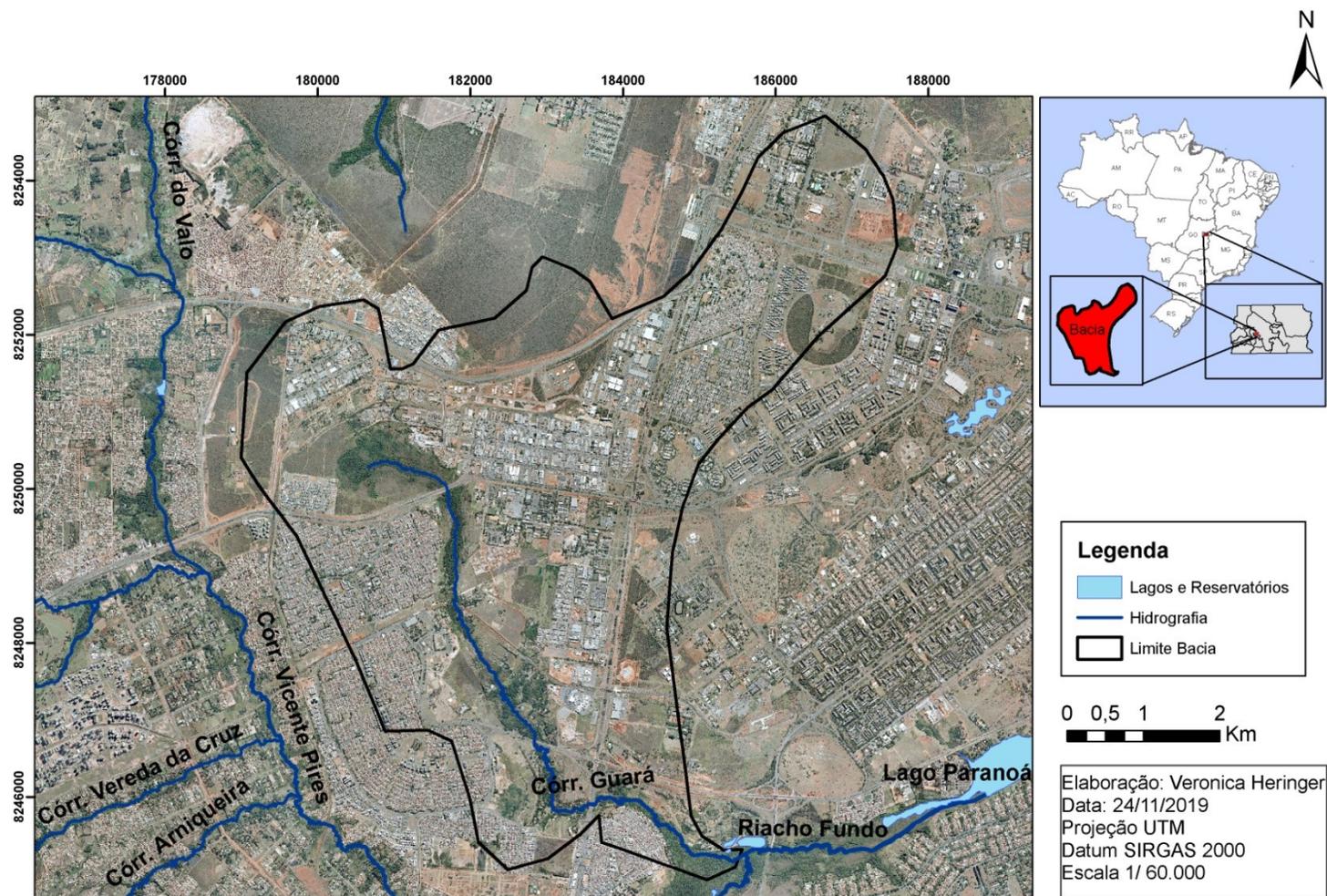


Figura 12 – Mapa Hidrográfico da área de estudo. Elaboração: Heringer, 2019.

### 3.4 VEGETAÇÃO

O Cerrado é riquíssimo, uma das regiões de maior biodiversidade do planeta, cobrindo cerca de 25% do território nacional (2.000.000 km<sup>2</sup>). Segundo o IBRAM (2014) “estimativas apontam mais de 12.000 plantas vasculares, 800 espécies de aves, 200 mamíferos, 200 répteis, 250 anfíbios e 1.200 espécies de peixes. Assim, devido a essa riqueza biológica é considerado um dos hotspots mundiais”.

Este bioma compreende como área contínua os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, partes da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia, São Paulo e também ocorrem em áreas disjuntas do Amapá, Amazonas, Pará, Roraima, e ao sul, em pequenas ilhas no Paraná.

O Distrito Federal encontra-se totalmente inserido no bioma Cerrado e sua localização está relacionada a fatores climáticos como temperatura, pluviosidade, umidade relativa e em escala local pelos aspectos físicos e químicos do solo, geomorfologia e topografia (RIBEIRO e WALTER, 2008, pg 89 e 93). Ele é considerado o segundo maior bioma do país em extensão de área, ocupando mais de 204 milhões de hectares no Brasil, ficando atrás da Floresta Amazônica.

Porém, o Cerrado vem sofrendo muitas ameaças pelo aumento do crescimento econômico que atingiu o Centro-Oeste nos últimos anos. De acordo com o Guia de Unidades de Conservação do Distrito Federal, elaborado pelo IBRAM (2014, pg 33)

O espantoso aumento da produção agrícola, do rebanho bovino, da infra-estrutura, da atividade industrial, da exploração do subsolo, além do forte crescimento do contingente populacional, fizeram com que a região mudasse radicalmente seu perfil nos últimos 50 anos

Assim, essa situação gera um processo de degradação ambiental e social, atingindo os recursos naturais (águas, solos, vegetação) e o patrimônio cultural. O Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado, realizado pelo PROBIO/MMA (2007) comprova que ocorreu a perda de 40% da cobertura vegetal e no Distrito Federal restam 1/3 de sua cobertura vegetal natural (IBRAM, 2014, pg 33). Ou seja, torna-se extremamente importante realizar ações voltadas a conservação/proteção da natureza.

Neste intuito, o DF integra a rede nacional e internacional de Reserva da Biosfera do Cerrado, uma área protegida que ocupa cerca de 226.000 hectares, abarcando 40% do território do DF. São compostas por zonas núcleo contendo cinco instituições: Estação

Ecológica de Águas Emendadas (10.547 ha), Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (5.000 ha), Parque Nacional de Brasília (30.000 ha), Estação Ecológica do IBGE (1.360 ha) e Fazenda Água Limpa da UNB (4.340 ha) somando 51.247 hectares. Em torno da Zona Núcleo, está a Zona Tampão e de Transição, constituídas pelas APA das Bacias do rio São Bartolomeu, do Descoberto, do Gama e Cabeça de Veado e de Cafuringa (IBRAM, 2014, pg 32). Essa proposta foi aprovada pelo Conselho Internacional de Coordenação do Programa MAB em Paris em 1993. Sendo o primeiro ato de reconhecimento internacional da biodiversidade do Cerrado.

De acordo com o Guia de Unidades de Conservação do Distrito Federal, elaborado pelo IBRAM (2014, pg 27) “os principais fatores para a diferença na estrutura vegetal estão relacionados com a qualidade e a profundidade do solo e a presença ou não de água”. Assim, o Cerrado possui vários estratos, representados pelas fitofisionomias.

Ribeiro e Walter (2008) em sua obra Fitofisionomias do Bioma Cerrado, organizam 11 tipos fitofisionômicos, que são classificados de acordo com a forma, estrutura, crescimento e mudanças sazonais em formações: **Florestais** – Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão; **Savânicas** – Cerrado sentido restrito (subdivide em: Denso, Típico, Ralo e Rupestre), Parque Cerrado (murundus), Palmeiral e Vereda; e **Campestres** – Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre.

Destas, na área de estudo ocorrem cinco tipos fitofisionômicos: Cerrado Típico, Mata de Galeria, Campo Sujo, Campo de Murundus e Vereda que podem ser observadas na figura 13, o Mapa de Cobertura Vegetal. Este Mapa revela que a maior representatividade da área de estudo é a cobertura urbana (pavimentada) cerca de 92%. E a cobertura vegetal composta por Brejo, Campo, Campo de Murundus (ou Parque Cerrado), Cerrado e Mata Galeria, representam aproximadamente 7%. Já as chácaras possuem pouca representatividade, com menos de 1% da área.

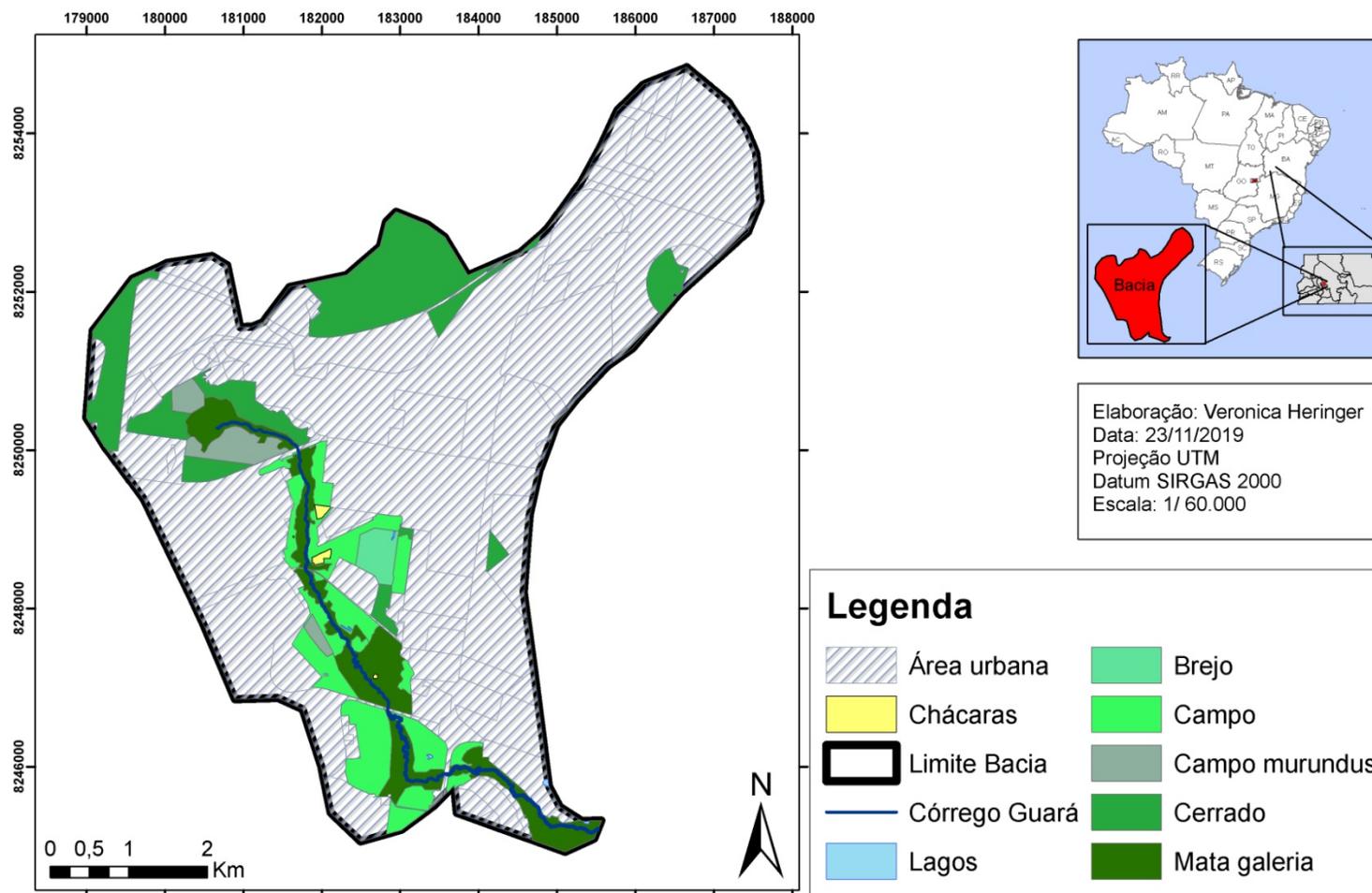


Figura 13 – Mapa de Cobertura Vegetal Elaboração: Heringer, 2019.

### 3.5 CLIMA

Os dados climáticos apresentados estão referenciados a Normal Climática, que segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM) define como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos (INMET).

O Distrito Federal se enquadra segundo a Classificação de Köppen-Geiger como Aw, Tropical de Savana com verão chuvoso e estação seca bem definida. O clima tropical apresenta-se megatérmico, com temperatura média do mês mais fria do ano superior a 18°, ausência de inverno e forte precipitação anual, superior a 1.500 milímetros.

A sazonalidade domina o regime de chuvas, definindo duas estações, inverno seco e verão chuvoso. Assim, observa-se o gráfico 01 de precipitação acumulada em milímetros elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A estação chuvosa se inicia em outubro e termina em abril, representando 91,71% da precipitação anual acumulada. Os dados são da Normal Climática 1961-1990. E o trimestre mais chuvoso é de novembro a janeiro. Já a estação seca inicia em maio e termina por volta de setembro, representando 8,27% da precipitação anual.

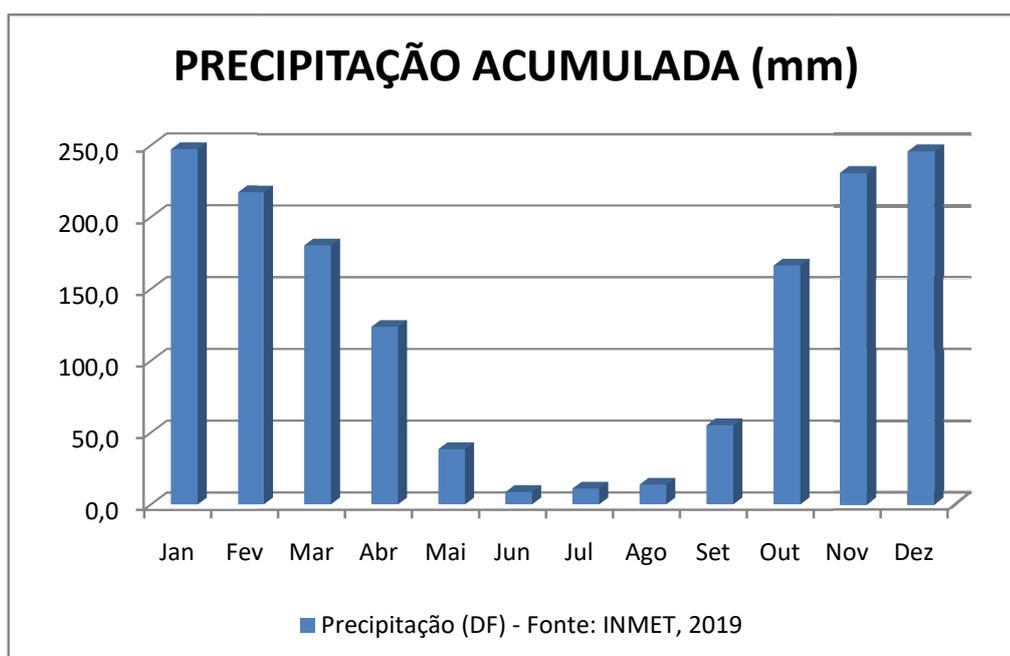
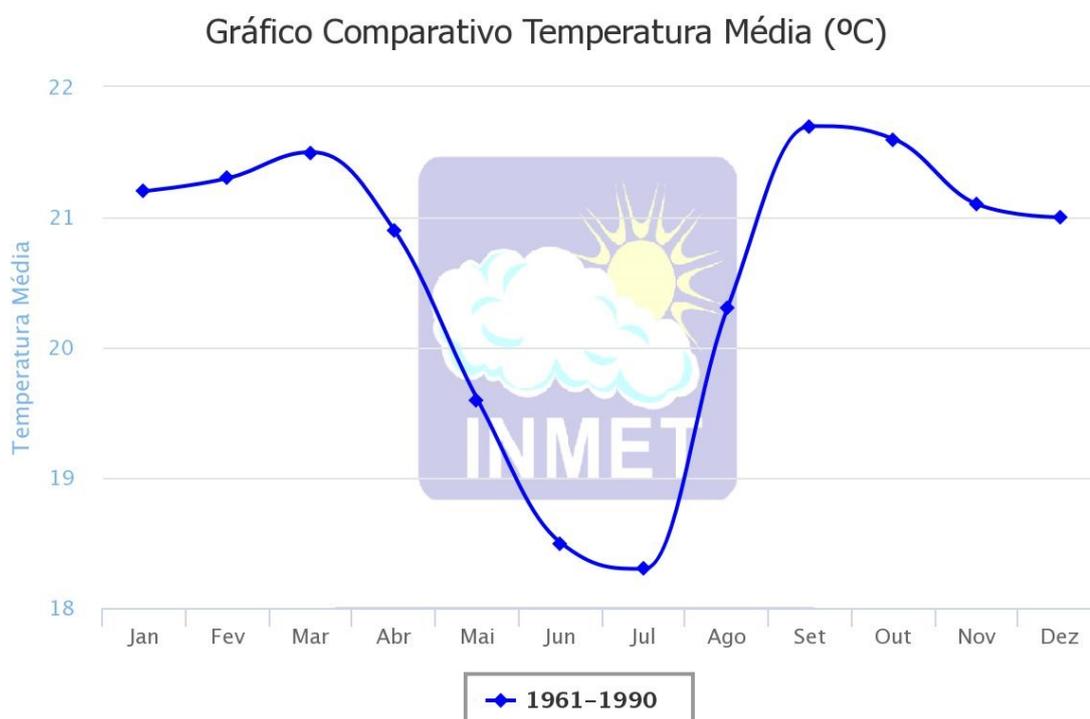


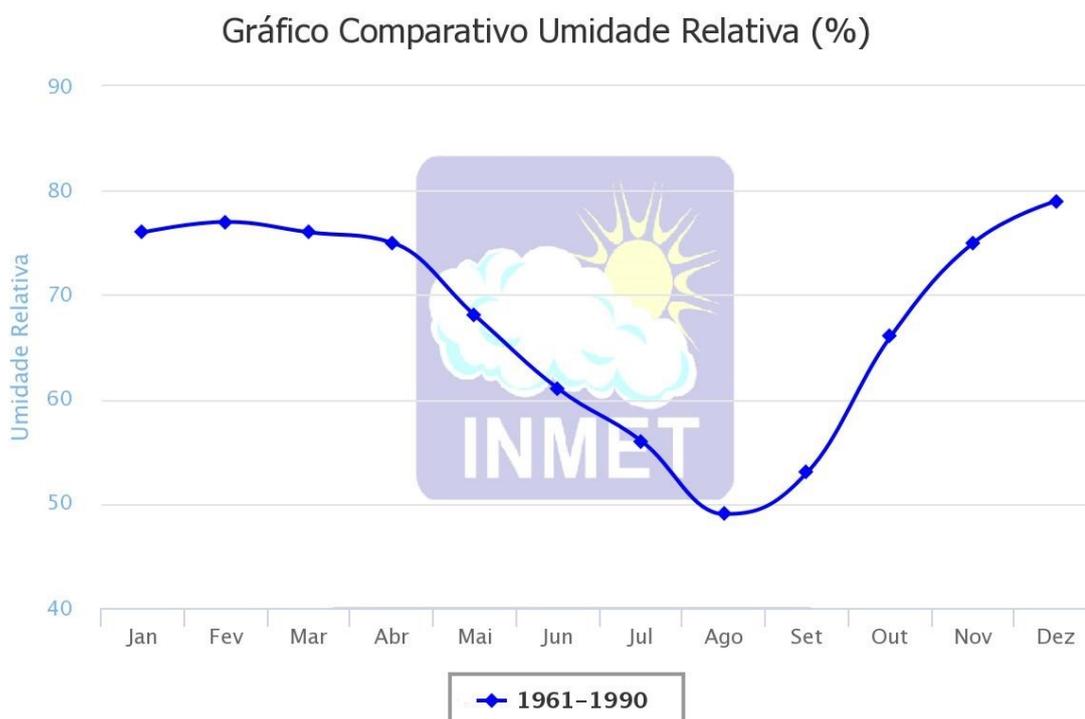
Gráfico 1: Precipitação Acumulada (mm) Fonte: INMET, 2019.

Em relação à temperatura o gráfico 02 abaixo mostra o regime térmico médio do Distrito Federal. Observa-se que de janeiro a março há uma estabilidade, porém no mês de abril a temperatura começa a cair, junho e julho marcam as menores temperaturas médias, sendo o inverno seco e “frio”. No mês de agosto as temperaturas voltam a subir, caracterizando o fim da seca “quente” e dando uma leve reduzida com a chegada nas chuvas de setembro a outubro.



**Gráfico 2: Temperatura Média (°C). Fonte: INMET, 2019**

A umidade relativa do ar (%) é um parâmetro bem característico do DF. Observa-se o gráfico 03 que apresenta a umidade relativa (1961-1990). A estação seca não apresenta médias extremamente baixas por mês, devido à variação térmica diária que oscila bastante. Assim, nos meses mais quentes no horário da tarde em agosto, por exemplo, a umidade relativa pode chegar em 15% ou até menos.



**Gráfico 3: Umidade Relativa (%). Fonte: INMET, 2019.**

As oscilações diárias de temperatura favorecem o ganho de umidade relativa nas horas iniciais do dia e durante a noite, assim os termômetros registram as menores temperaturas e os maiores valores de umidade relativa. Dessa forma, o inverso também acontece, nas maiores temperaturas marcam as menores taxas de umidade.

### 3.6 GEOLOGIA

O Distrito Federal se localiza na porção centro sul da Faixa de Dobramentos Brasília (ALMEIDA; HASUI, 1984). E sua geologia é formada por rochas metassedimentares dos grupos Canastra, Paranoá, Araxá e Bambuí. (FREITAS-SILVA; CAMPOS, 1999). Assim, observa-se a figura 14 que demonstra a Geologia do DF sua composição proposta por Freitas-Silva e Campos, em 1999, adaptado pela autora.

A área de estudo, se encontra no grupo Paranoá e está dividido em 11 unidades estratigráficas. Destas, apenas 6 ocorrem no DF, que são denominadas pelas letras-código: S, A, R3, Q3, R4 e PPC.

O Mapa Estratigráfico do DF (figura 15) apresenta as unidades que o compõem: a unidade MNPPa (Ardósias) ocorre em maior área e a unidade MNPPs (Metassiltitos) surge em menor área na porção sul da área da bacia do córrego Guará.

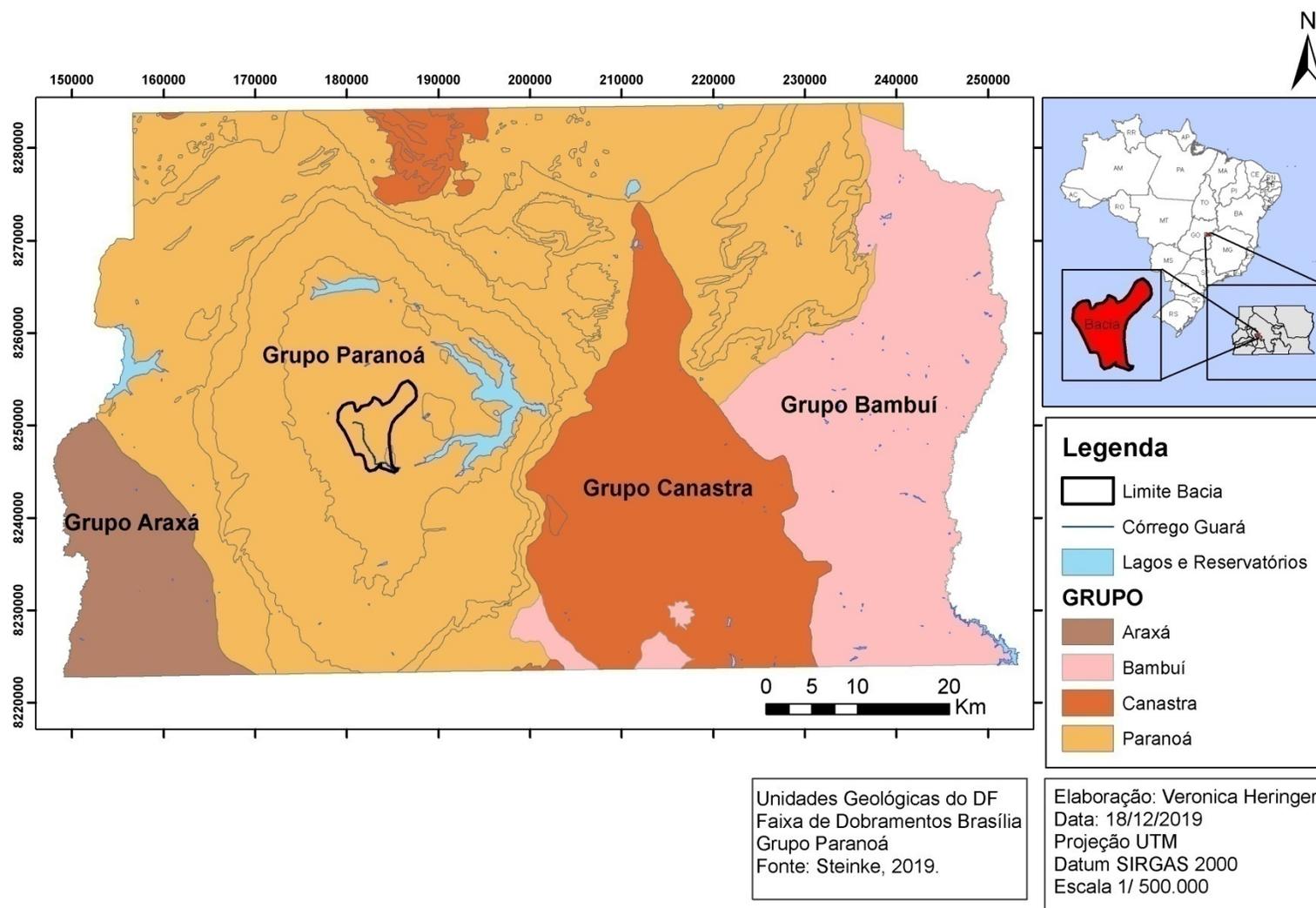


Figura 14 – Mapa Geológico do DF. Elaboração: Heringer, 2019.

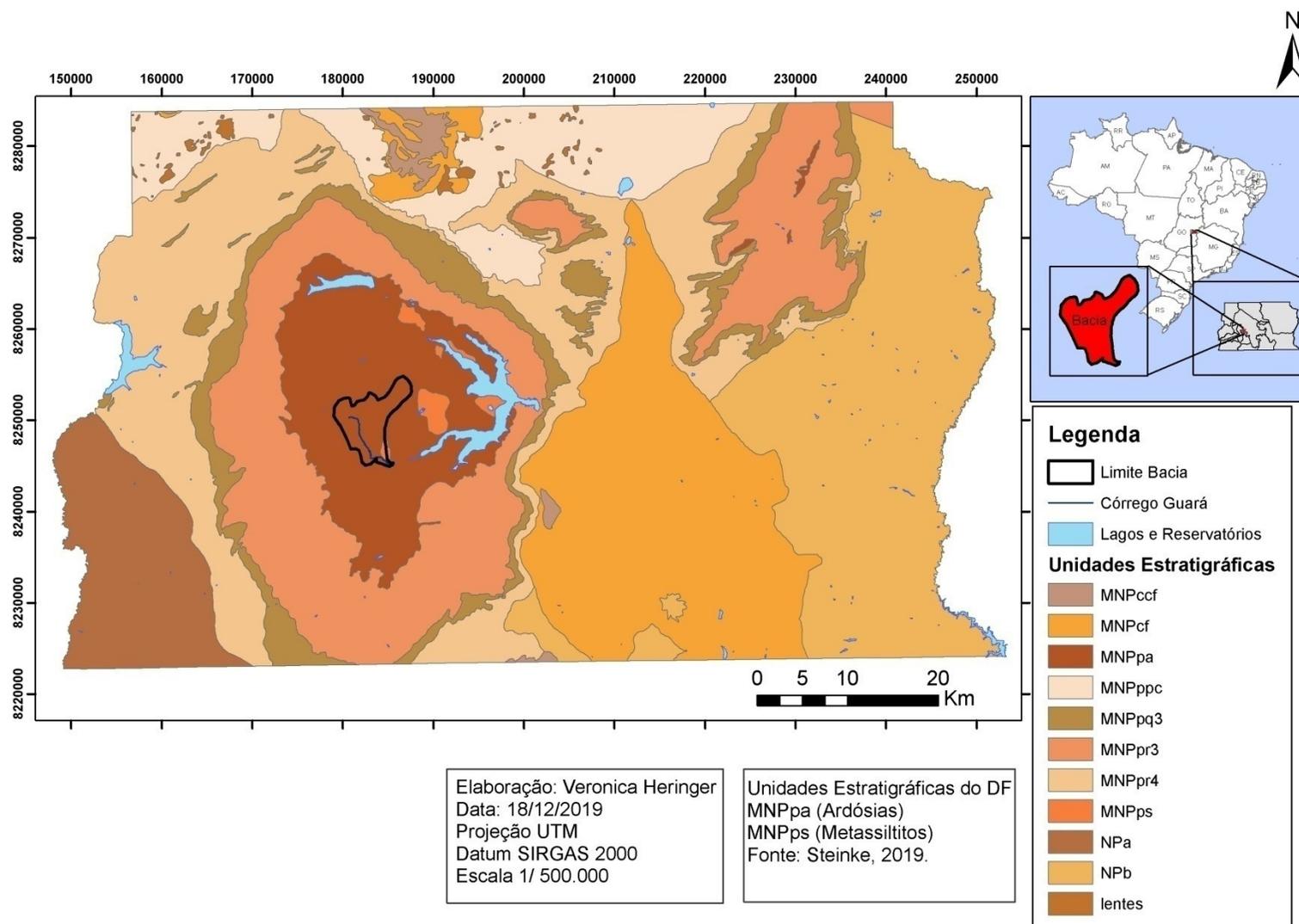


Figura 15 – Mapa Estratigráfico do DF. Elaboração: Heringer, 2019.

### 3.7 PEDOLOGIA

De acordo com o levantamento de solos do DF, realizado pela Embrapa em 1978 e 2004, observa-se na área de estudo, a bacia do córrego Guará, a ocorrência de dois tipos de solos, os Latossolos e os Gleissolos (hidromórficos). Os Latossolos são bem abundantes no DF, ocupam cerca de 54% da área do DF (EMBRAPA, 2004). Este se subdivide em Vermelho (38,9%) e Vermelho-Amarelo (15%).

De forma geral, os Latossolos são solos altamente intemperizados, predominantes de relevo residual de superfícies de aplainamento, também chamado de chapadas. Possui origem mineral, não hidromórfico e bem profundo (geralmente superiores a 2 metros). E estes solos, possuem “alta permeabilidade de água e a capacidade de água disponível de até 2 metros de profundidade” (EMBRAPA, 2004, p 10).

Os Gleissolos são solos hidromórficos que, em geral, ocupam áreas de depressão na paisagem, sujeitas a inundações, como cabeceiras de drenagem. Segundo a Embrapa (2004, p. 14) “apresentam drenagens de dois tipos: mal drenado ou muito drenado, ocorrendo, com frequência, espessa camada escura de matéria orgânica mal decomposta sobre uma camada acinzentada (gleizada)”. No DF, este solo representa cerca de 3,9% de cobertura. Pode se subdividir em Melânico (antigo Húmico), Háplico e Espodossolo, e se diferenciam pelo horizonte A.

A figura 16 revela o Mapa Pedológico da área de estudo, a bacia do córrego Guará. Já a figura 17 expõe a pedologia encontrada na Rebio do Guará, observa-se que os tipos de solo ocorrem de forma semelhante e associados à drenagem. Na área próxima a cabeceira e ao corpo d’água Gleissolos (melânico e háplico) e nas áreas no entorno, os Latossolos (Vermelho e Vermelho-Amarelo).

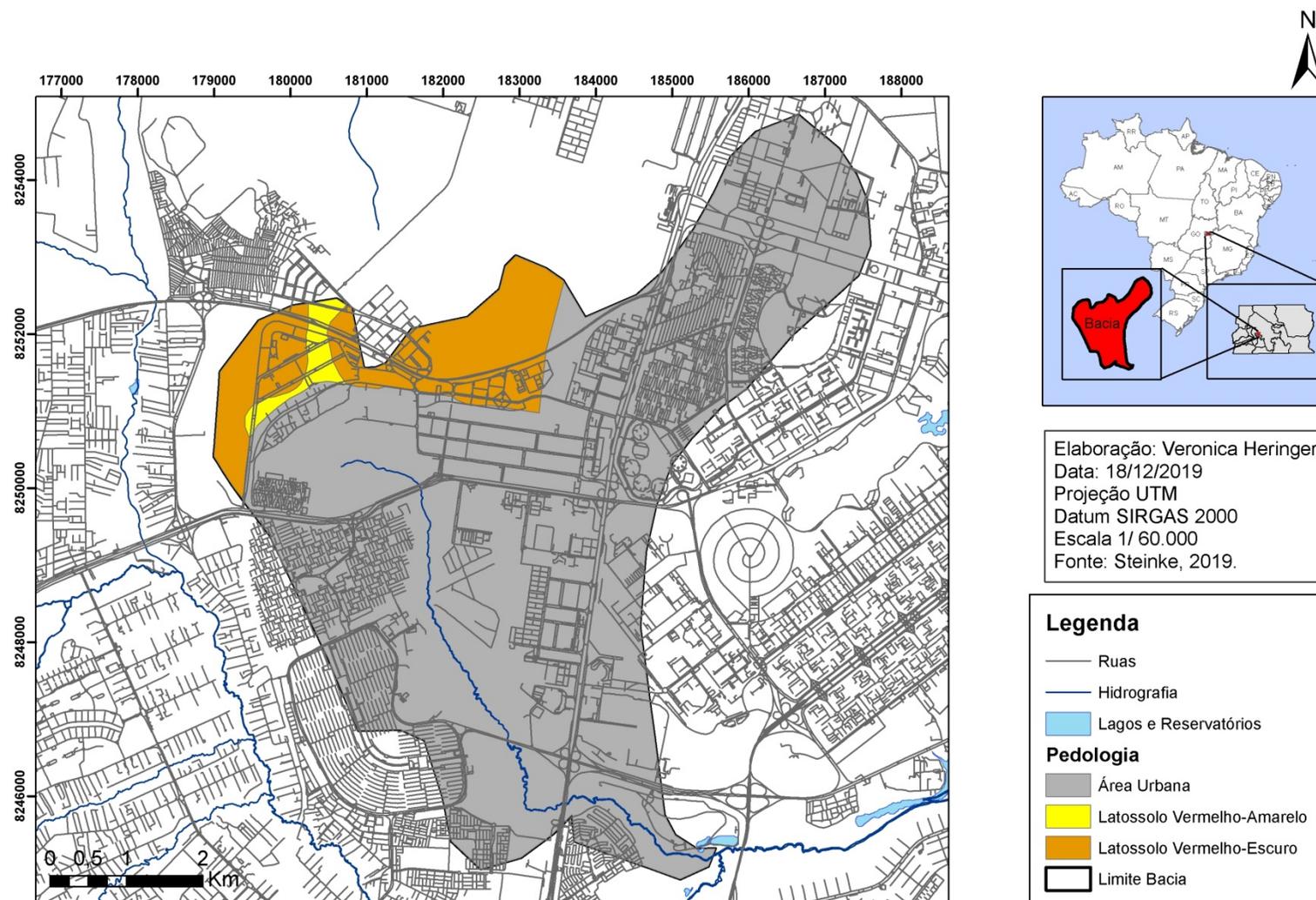


Figura 16 – Mapa Pedológico. Elaboração: Heringer, 2019.

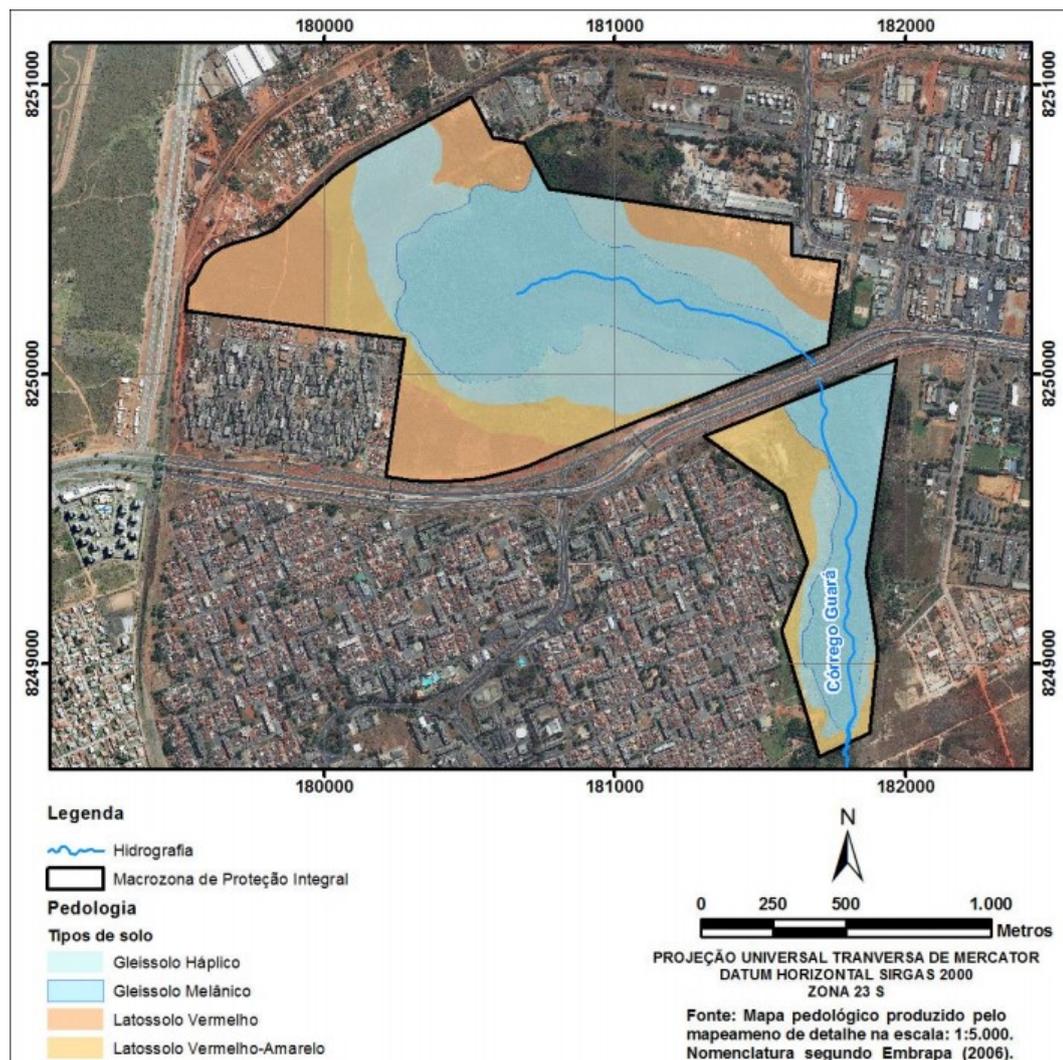


Figura 17 – Pedologia da Rebio. Elaboração: Lima et al, 2014.

### 3.8 GEOMORFOLOGIA

O Distrito Federal se localiza no Planalto Central, campo de muitos estudos geomorfológicos, que se iniciaram pela empresa Belcher & Associates, sistematizados em Belcher (1954), prosseguindo, Penteadó (1976), IBGE (1977), EMBRAPA (1978), Brasil (1984), CODEPLAN (1984), Pinto e Carneiro (1984) e Pinto (1987, 1988, 1994) (EMBRAPA, 2004, pg 26), este histórico de estudos geomorfológicos para o DF foram bem sistematizados por Steinke (2003); Steinke, et. al. (2007).

As Unidades Geomorfológicas do DF proposta por Steinke (2003) leva em consideração a integração de dados morfométricos de altitude e de drenagem através de SIG. Este estudo resultou num mapa, onde se distingue as seguintes unidades: Aplainado Inferior, Aplainado Superior, Colinas e Dissecado. Assim, na área de estudo, identificou-se os padrões de Aplainamentos e de Colinas Médias conforme a figura 18 expõe.

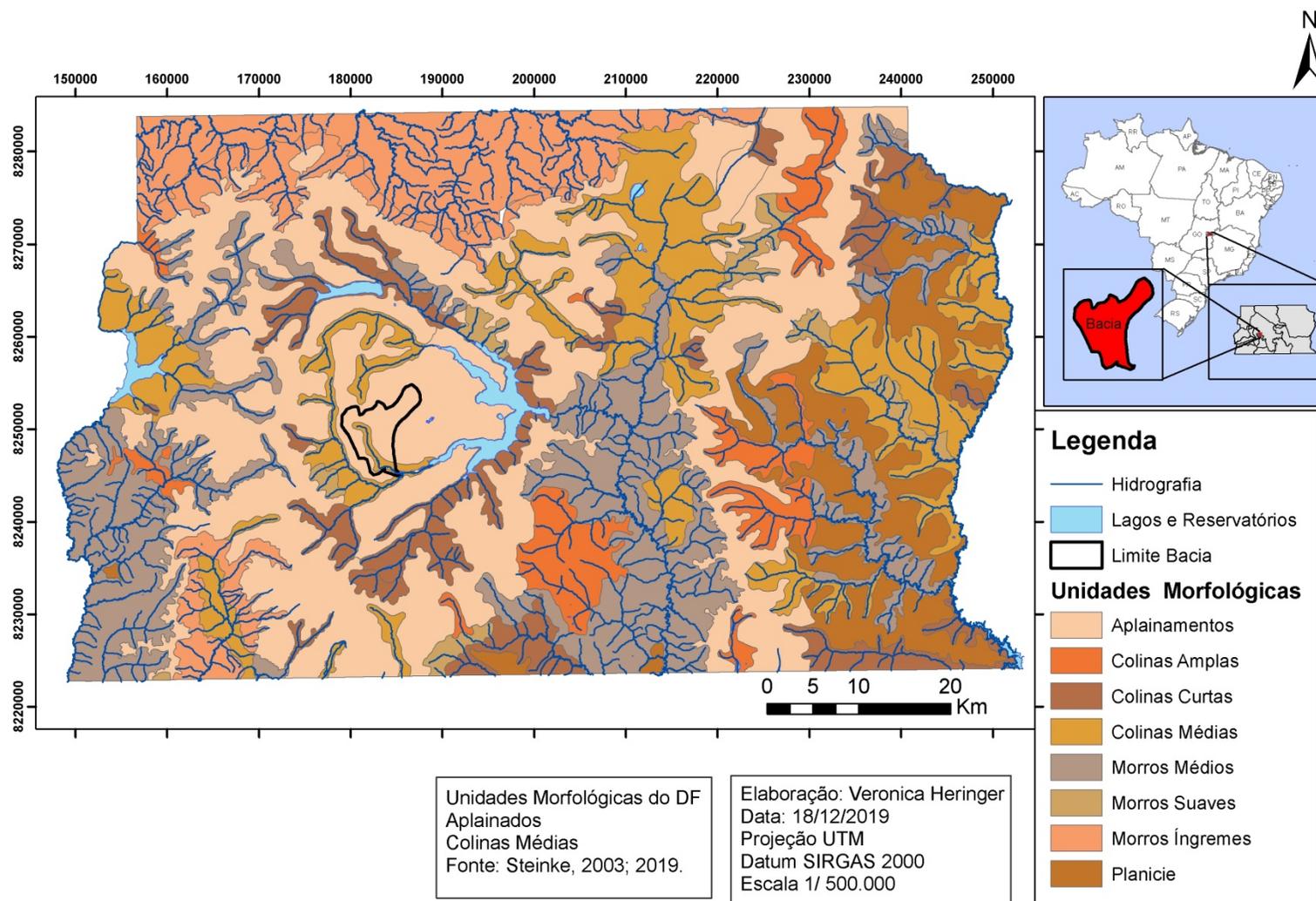


Figura 18 – Mapa Geomorfológico do DF. Elaboração: Heringer, 2019.

### 3.9 QUALIDADE DA ÁGUA

Essa questão se faz relevante e será abarcado sobre as análises de qualidade da água do córrego Guará, realizada ou utilizada pelos trabalhos: Diagnóstico da Reserva Biológica do Guará (Rebio), a Dissertação de Mestrado de Passos sobre Efeitos da Ocupação Urbana na Sustentabilidade Ambiental do Córrego Guará (DF) e o Trabalho de Conclusão de Curso de Paiva Análise de Água em Bacia Hidrográfica Urbana – Metais Pesados e Óleos & Graxas no Córrego Guará (DF).

O Diagnóstico da Reserva Biológica do Guará foi realizado pela empresa GeoLógica como subsídio para a elaboração do Plano de Manejo. Assim, este trabalho considerou o córrego do Guará como Classe 2 segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA n ° 357 de 2005, artigo 42, porém recomenda-se o enquadramento como Classe Especial devido a nascente se localizar dentro de uma reserva de proteção integral (LIMA *et al*, p. 78). Realizou-se a coleta de água (amostras) em 4 pontos da Rebio do Guará, no período da seca (setembro) e no chuvoso (dezembro) do ano de 2013, pode-se observá-los na figura 19 (Mapa de Localização das Coletas). Assim, eles avaliaram 21 parâmetros físico-químicos e biológicos dos padrões de qualidade determinados pela Resolução CONAMA n°357/2005.

De forma geral, o resultado das análises (ANEXOS, pg 91 e 92) revelam que os valores de Coliformes Termotolerantes estão fora dos padrões da resolução, muito acima do valor permitido para a classe 2, não podendo exceder 1.000/100mL, e em três das quatro amostras o valor ultrapassou o limite para o período seco e chuvoso, sendo os pontos MF59, MF61 e MF62. Assim, o gráfico 4 (pg 56) Série de Coliformes, apresenta de forma clara esses valores e os Coliformes totais.

O valor elevado de Coliformes Termotolerantes pode estar associado à excreta de animais que habitam a mata galeria do córrego Guará, ao lançamento de esgoto clandestino pelas chácaras que ainda persistem no interior da Rebio, a qualquer efluente contendo matéria orgânica, e até em solos e plantas contaminados. Sendo sua principal representante a *Escherichia coli*.

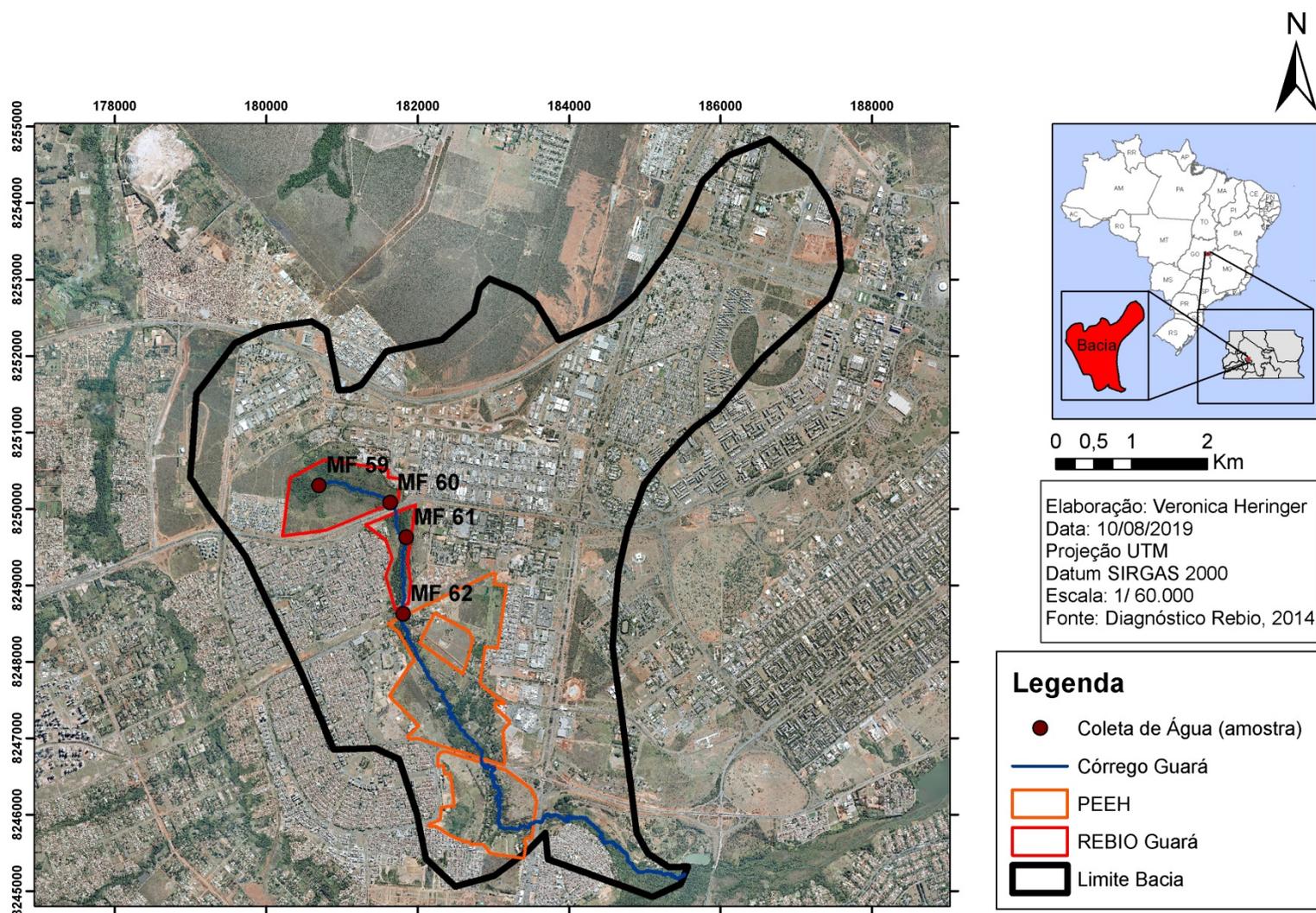


Figura 19 – Localizao das Coletas de água da Rebio Guará. Elaborao: Heringer, 2019..

Como se observa no gráfico 4, os valores de Coliformes totais também apresentam-se elevados, estes representam as bactérias do grupo Coliforme, em sua maioria pertencem aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, entre outros. Através dos valores dos gráficos e da tabela com os resultados das análises, infere-se que o Ponto R1 representa o MF 59, o Ponto R2 corresponde ao MF60 e assim até o Ponto 4 que equivale ao MF62. E nota-se que o Ponto R2 (MF 60) no gráfico 04, se comporta de forma peculiar dos demais, expressando os menores valores de Coliformes Termotolerantes. Esta situação pode estar relacionada aos altos valores de concentração de Fósforo, reagindo na diminuição das bactérias. E sua proximidade com o SIA pode facilitar o recebimento de efluentes industriais contribuindo para esta situação.

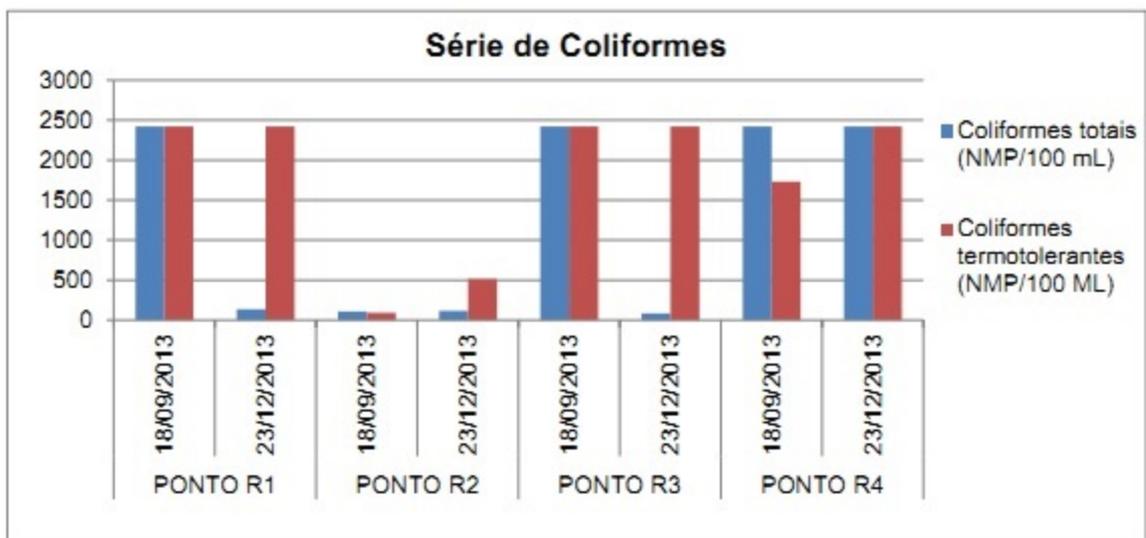


Gráfico 4 Série de Coliformes. Fonte: Diagnóstico Rebio Guará, 2014.

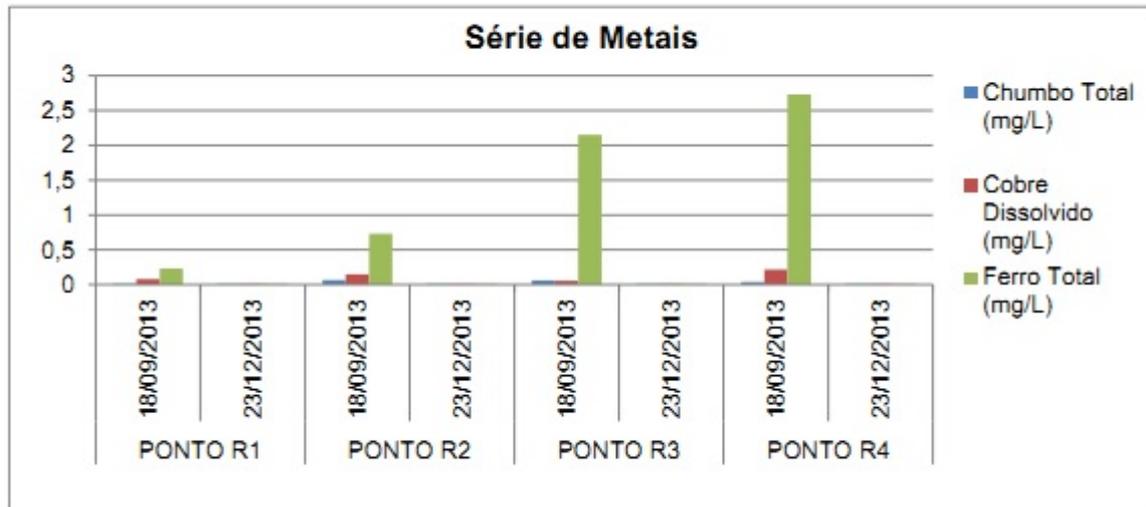


Gráfico 5 Série de Metais. Fonte: Diagnóstico Rebio Guará, 2014.

Em relação aos metais Cobre dissolvido, Chumbo total e Ferro total, o resultado das amostras retiradas no período da seca (setembro) demonstram valores acima da resolução, e que não foram detectados nas amostras coletadas no período chuvoso, em dezembro. O gráfico 05 acima apresenta esses valores das amostras. Provavelmente esses metais são provenientes do Setor de Indústria e Abastecimento ou do Setor de Inflamáveis localizados próximo a montante do córrego Guará. Assim, o sistema de drenagem pluvial carrea esses resíduos poluentes até chegarem ao córrego.

O parâmetro Fósforo Total também se apresenta em inconformidade com a resolução, pode-se observar no gráfico 06 abaixo, todas as amostras demonstram valores elevados, pois o limite estabelecido na resolução CONAMA nº 357 é de 0,1mg/L. Assim, isso significa que há possível contaminação do corpo hídrico por efluentes industriais, descargas de esgotos sanitários ou pela própria matéria fecal, caracterizando um cenário de baixa qualidade das águas do córrego Guará.

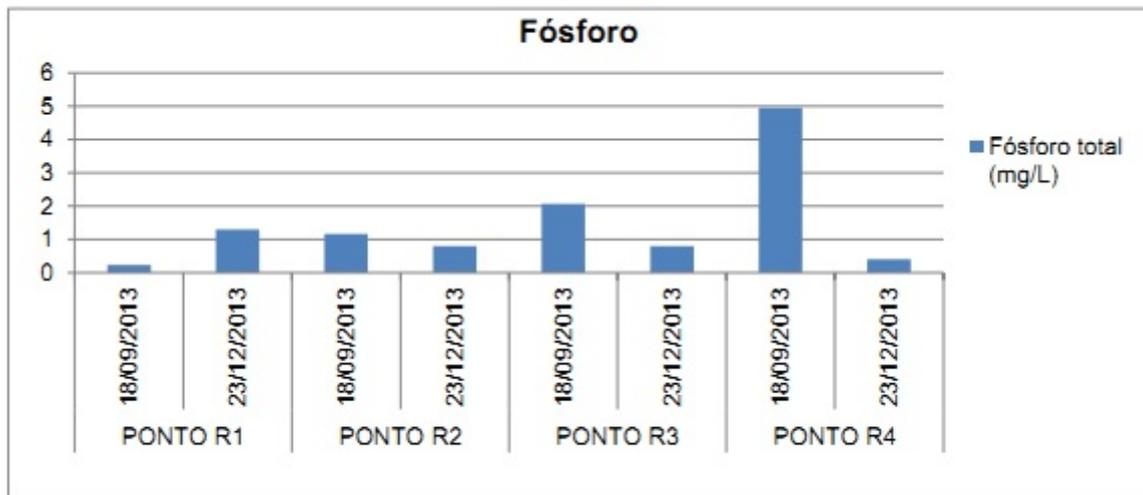


Gráfico 6 Fósforo Total. Fonte: Diagnóstico Rebio Guará, 2014

Os demais parâmetros físico-químicos e biológicos analisados nas coletas de água do córrego Guará da Rebio, como Amônia, Cloreto, Condutividade, Cor, DBO, DQO, Nitrato, Nitrogênio, Óleos e Graxas, OD, PH, Sólidos (totais, dissolvidos e suspensos) e Temperatura, se encontram em conformidade com a resolução já citada, pode-se observar no Anexo I.

A Dissertação de Mestrado de Passos (2007) expõe a análise físico-química e biológica das águas do córrego Guará, porém avança ao agregar a perspectiva da integridade física (relacionada à erosão, desmatamento da mata ciliar e galeria) e a integridade biótica (associado à presença de macroinvertebrados, por se caracterizarem como bioindicadores de degradação ambiental).

A coleta e análise de água deste trabalho foram realizadas pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb), considerando o córrego Guará Classe 3 segundo a Resolução CONAMA n° 357 de 2005. Porém, como já sinalizado, deveria ser considerado Classe Especial por se constituir Unidade de Conservação de Proteção Integral.

Assim, esta coleta ocorreu em março de 2004, no final do período chuvoso, em 8 pontos do córrego Guará, de montante a jusante, desde a nascente até ao zoológico. O Mapa abaixo (figura 20) demonstra a localização dos pontos onde realizou-se as coletas de água.

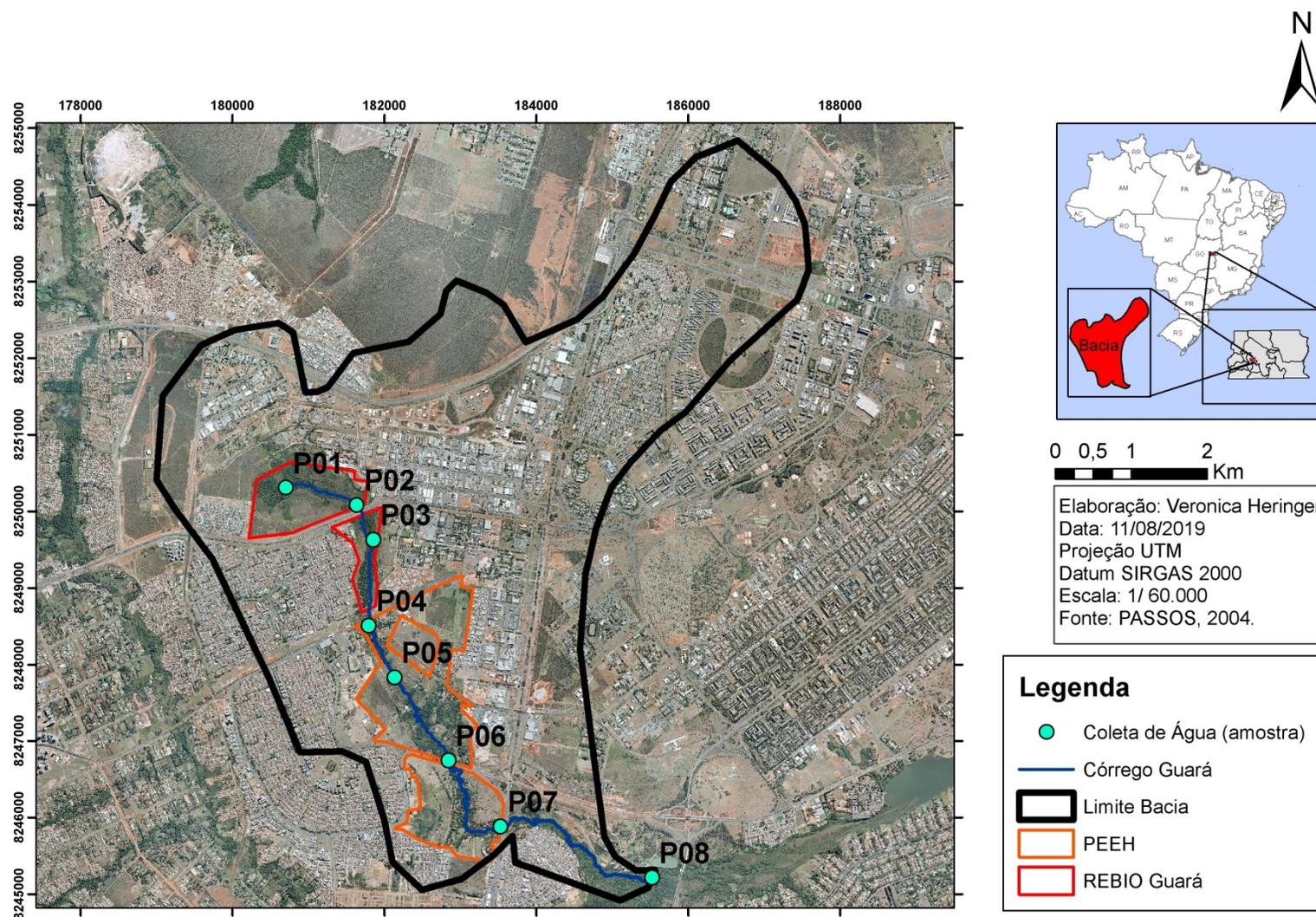


Figura 20 – Mapa de Localizao Coletas de gua (CAESB). Elaborao: Heringer, 2019.

A pesquisadora utilizou em sua análise os parâmetros Oxigênio Dissolvido e Fósforo Total como indicadores de impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica (PASSOS, 2007). Acrescenta-se ao estudo o resultado dos Coliformes Fecais ou Coliformes Termotolerantes que também apontam para a poluição, como já explicitado anteriormente.

A tabela 01 abaixo sinaliza os valores em inconformidade com a Resolução CONAMA n ° 357 de 2005 na cor vermelha. Para o parâmetro Oxigênio Dissolvido, não é permitido valores abaixo de 4mg/L. Já para o Fósforo Total, acima de 0,15mg/L está fora do estabelecido. E para os Coliformes Fecais, valores acima de 2.500 coliformes em 100ml também estão fora do padrão definido pela Resolução.

**Tabela 1 Resultado da análise de água. Fonte: PASSOS, 2007; STARLING; GOLÇANVES, 2004.**

PONTO ANALISADO	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	FÓSFORO TOTAL (mg/L)	COLIFORMES FECAIS (MNP/100ml)
P1- NASCENTE	6,000	<b>0,583</b>	>1600
P2- POSTO (EPTG)	<b>1,750</b>	0,042	1600
P3- BREJO (EPTG)	<b>2,950</b>	0,010	170
P4- METRÔ	6,930	<b>0,333</b>	>1600
P5- PARQUE EZECHIAS	7,400	0,057	30
P6- PARK SHOPPING	7,400	0,042	<b>11000</b>
P7- CANDANGOLÂNDIA	7,680	0,046	<b>3000</b>
P8- ZOOLOGICO	7,050	0,060	<b>3000</b>

O Trabalho de Conclusão de Curso de Vitor Paiva (2013) contribui executando a coleta e análises da qualidade da água do córrego Guará. O autor se propõe a investigar a contaminação por metais pesados, óleos & graxas de águas superficiais, e estes, são poluidores de difícil tratamento.

Dessa forma, realizou em fevereiro de 2014 a coleta de amostras de água do córrego Guará em 5 pontos, de montante a jusante. Pode-se visualizá-los no Mapa abaixo (figura 21) produzido por Paiva (2013).

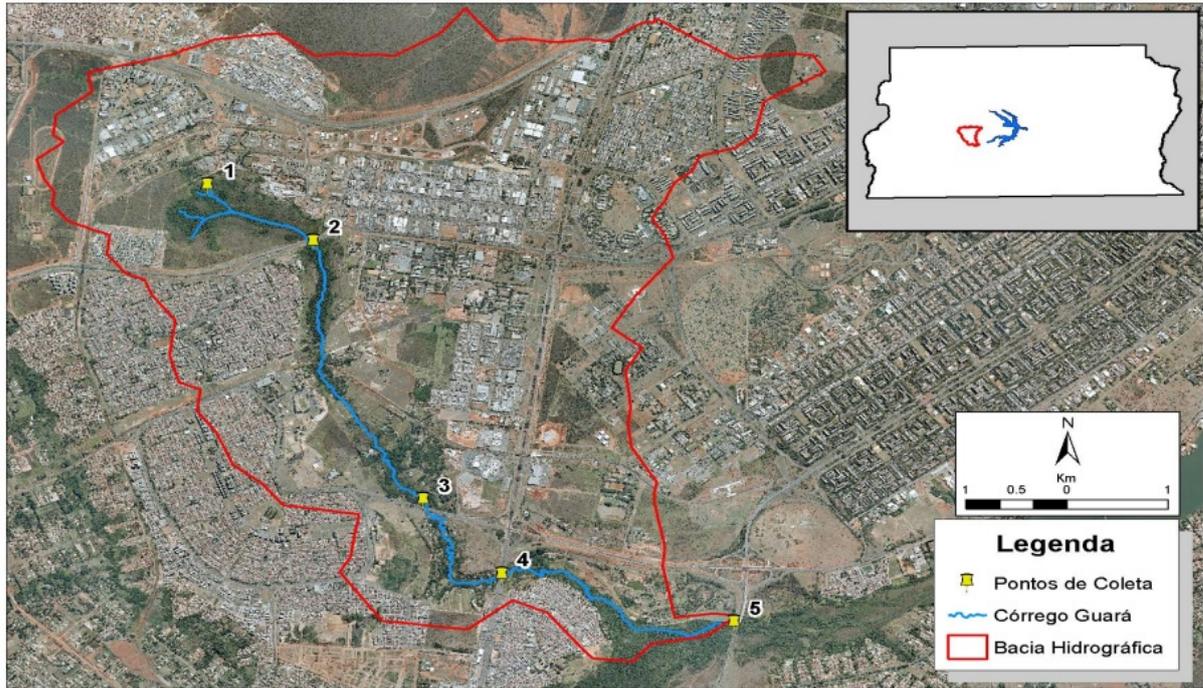


Figura 21 – Mapa de Coleta de Água. Elaboração: Paiva, 2013.

Em suas análises da qualidade da água, o autor utilizou a Resolução CONAMA n.º 357 de 2005. De forma resumida, os resultados das análises expressam inconformidade com a Resolução já citada nos pontos de coleta 1 (nascente Rebio Guará) e 2 (próximo EPTG), em relação aos parâmetros de Chumbo total e Cobre Dissolvido. O gráfico 7 abaixo expõe os seguintes resultados em comparação aos valores permitidos pela resolução.

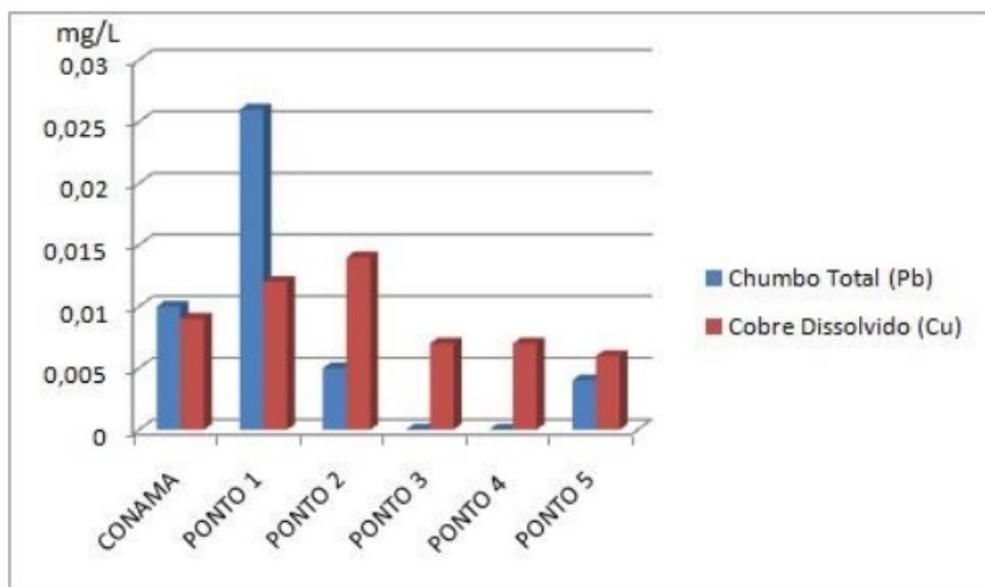


Gráfico 7 – Resultado da Análise de Água. Fonte: Paiva, 2013.

Embasado nos resultados das análises de água do córrego Guará apresentadas, percebe-se a vulnerabilidade ambiental aos danos antrópicos que este córrego está sujeito, acarretando em sua contaminação seja por efluentes industriais, esgotos, domésticos, enfim, a poluição pontual e difusa. E que apesar das nascentes se localizarem numa área de proteção integral, a Rebio Guará, as águas do córrego se encontram em baixa qualidade, num cenário contraditório. E mesmo com a adequação do enquadramento do corpo hídrico em Classe Especial, a situação permanece a mesma, sendo necessário o controle e monitoramento da poluição difusa e pontual da bacia do córrego Guará.

Reitera-se que as análises de água utilizadas datam 2004, 2013 e 2014, sendo inexistentes dados mais recentes e inviável financeiramente a realização de análises de água particular.

Observa-se abaixo, a figura 22 os enquadramentos dos corpos hídricos proposto pela Resolução CONAMA n 357 de 2005, através dos usos a que se destinam as águas doces, onde a mesma Resolução permite a concentração máxima de substâncias ou parâmetros.

**Tabela 1. Usos das águas-doces e classes de enquadramento.**

Usos	ESPECIAL	1	2	3	4
PRESERVAÇÃO DO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS 	●				
PROTEÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS 		●	●		
ABASTECIMENTO PARA CONSUMO HUMANO 	● Após desinfecção	● Após tratamento simplificado	● Após tratamento convencional	● Após tratamento convencional ou avançado	
RECREAÇÃO 	○	○	● Contato primário	● Contato secundário	
IRRIGAÇÃO 	○	● Hortaliças consumidas cruas	● Hortaliças, frutíferas, parques	● Culturas arbóreas, cereais, forrageiras	
AQUICULTURA E PESCA 	○	○	● Aquicultura	● Pesca	
DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS 	○	○	○	●	
NAVEGAÇÃO 	○	○	○	○	●
HARMONIA PAISAGÍSTICA 	○	○	○	○	●

**Figura 22 – Enquadramentos dos corpos hídricos por Classes. Fonte: ANA, 2009.**

## **4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **4.1 DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA**

A delimitação da bacia hidrográfica do córrego Guará realizou-se no software de Sistema de Informação Geográfica ArcGIS 10.1, com o apoio das curvas de nível em escala 1:10.000. Assim, trabalhou-se com a delimitação topográfica para melhor exatidão e detalhamento da área de contribuição da bacia.

No Mapa abaixo (figura 23), pode-se observar o detalhamento da bacia hidrográfica do córrego Guará com sua altimetria variando de 5 em 5 metros o desnível de altitude. E as cores variando de forma gradual do vermelho mais ao sul da bacia, a jusante do córrego Guará, representando as cotas mais baixas (1005-1015m), variando as cotas mais altas do terreno a nordeste, representadas pelo verde escuro (1150 – 1170m).

Utilizou-se o shape das curvas de nível de 2009 do Geoportal de 5 metros porque mostrou-se mais completo, abrangendo toda a área da bacia do córrego Guará. Em contrapartida, o shape das curvas de 1 metro de 1997 se apresentava incompleto, não abarcando toda a área da bacia.

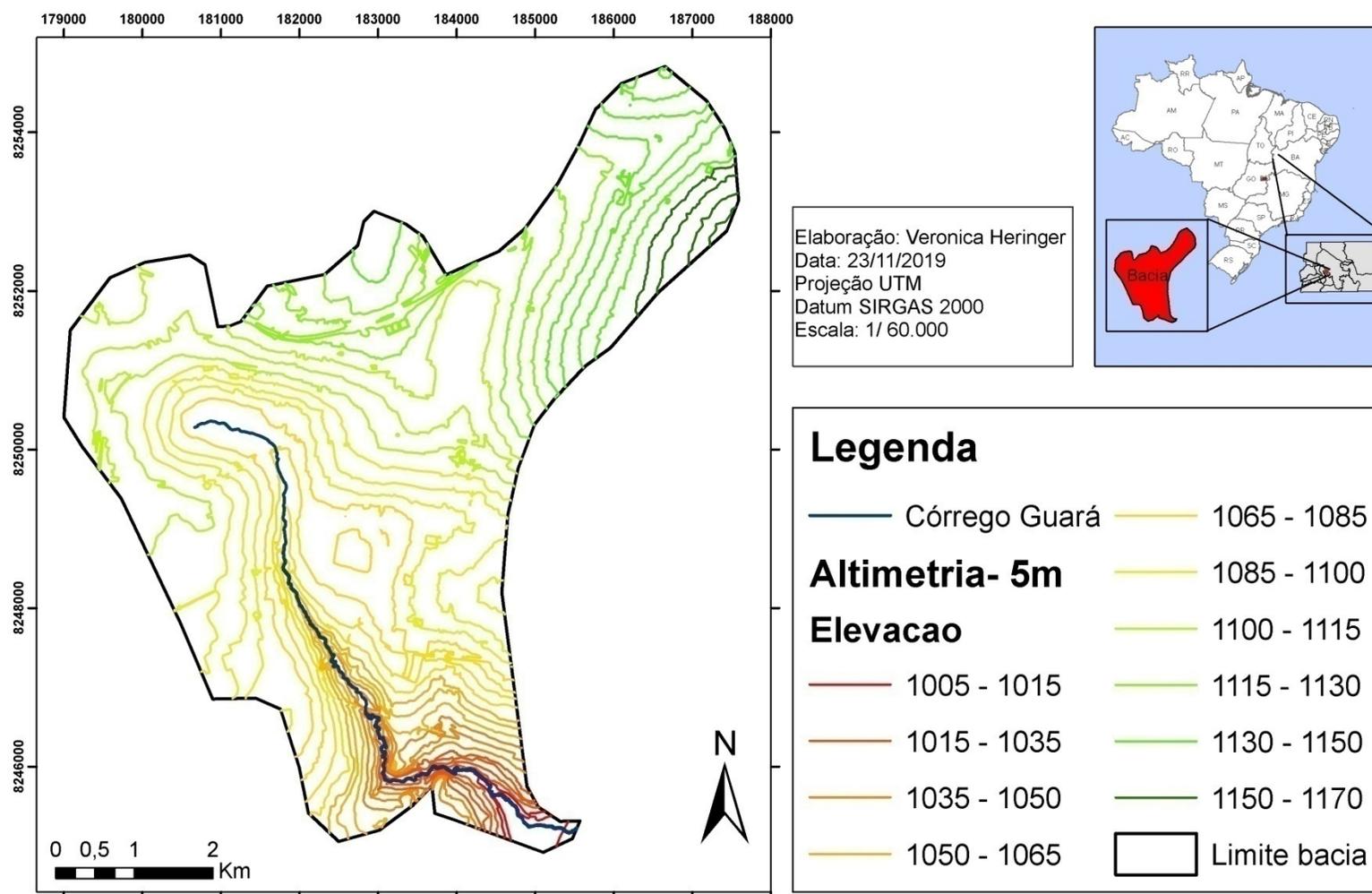


Figura 23 – Mapa Bacia Hidrográfica do córrego Guará-Altmetria. Elaboração: Heringer, 2019.

## 4.2 FONTE DE DADOS

Os dados secundários georreferenciados utilizados para análise e geração de todos os mapas são da Infraestrutura de Dados Espaciais do Distrito Federal - IDE/DF obtidas pelo Geoportall e da Base de Dados da Terracap (2010).

As ortofotocartas utilizadas como apoio para o refinamento da classificação de uso da terra foram obtidas pelo site da Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação – SEGETH, Mapa Índice de articulação SICAD, escala 1:10.000, referenciada ao SIRGAS. O software Google Earth Pro demonstrou-se útil para visualização atual da área, a imagem de satélite mais recente de 01 de junho de 2019.

O levantamento bibliográfico pertinente ao tema foi realizado em teses, dissertações, artigos, periódicos, livros, entre outros, a fim de se obter um bom arcabouço teórico para o desenvolvimento deste trabalho.

## 4.3 MODELO DE CORRELAÇÃO USO DO SOLO/QUALIDADE DA ÁGUA

O Modelo Matemático de Correlação Uso do Solo/Qualidade da Água MQUAL originou-se através do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga em 1998, em meio aos estudos do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga (ATUALIZAÇÃO PDPA GUARAPIRANGA, 2006).

Segundo a Atualização PDPA Guarapiranga (2006, pg 136) “o modelo foi concebido com a função de explicitar as relações entre o uso, ocupação e manejo do solo na bacia, e a qualidade das águas para fins de abastecimento público”. E dessa forma, tendo o conhecimento sobre a bacia e das possíveis consequências, servir de apoio as tomadas de decisão do poder público.

Assim, o MQUAL foi elaborado como uma ferramenta de gestão da bacia, possuindo uma estrutura que permite avanços progressivos. Sendo inicialmente, a primeira versão 1.0 criada em 1998 operando em Windows e Excel 95. Prosseguindo a outras versões desenvolvidas como a 2.0, 2.aj, 1.5 e 1.6G, agregando-se novos conhecimentos sobre a qualidade das águas na bacia e atualizações de softwares (ATUALIZAÇÃO PDPA GUARAPIRANGA, 2006).

Este modelo é constituído de três módulos que se relacionam: geração de cargas (módulo 1), simulação dos principais tributários (módulo 2) e simulação do reservatório (módulo 3). Estes, representam respectivamente os fenômenos de geração e abatimento das cargas poluidoras nos três ambientes considerados: a superfície do terreno, os rios principais, seus afluentes e os reservatórios (ATUALIZAÇÃO PDPA GUARAPIRANGA, 2006).

Pretende-se com o uso deste modelo, correlacionar o uso e ocupação do solo com a qualidade das águas da bacia hidrográfica, baseado em parâmetros de qualidade da água, provenientes de fontes difusas (transportes, urbanização, agricultura, usos do solo) e pontuais (domésticos e industriais). Porém, este estudo focaliza a geração de cargas poluidoras de fontes difusas (usos da terra) do módulo 1.

Dessa forma, foi elaborado o Mapa de Uso da Terra apresentado nos resultados, cuja base de dados retiradas do Geoportal, porém ajustadas e reclassificadas por problemas de classificação incorreta e sobreposição de camadas. Assim, após o refinamento, ajuste das geometrias espaciais, de buracos (gaps) e criação de novos shapes (chácaras, lagos, campo de murundus e brejo) realizadas no software ArcGIS, resultou neste mapa (pg 72).

O Mapa de Uso da Terra da bacia do córrego Guará identifica os tipos de cobertura da terra: a área urbana, chácaras, lagos e os tipos de vegetação como o Cerrado, Campo, Campo de Murundus, Mata Galeria e Brejo. Totalizando oito (8) tipos de usos da terra que podem ser observados na tabela 02 abaixo, juntamente a sua representação em percentual. Este mapa também inclui o córrego Guará e os limites da bacia hidrográfica.

**Tabela 2: Tipos de Usos da Terra. Elaboração: Heringer, 2019.**

	TIPOS DE USOS DA TERRA	ÁREA Km <sup>2</sup>	%
1	ÁREA URBANA	29,43567128	74,77%
2	CHÁCARAS	0,052827589	0,13%
3	LAGOS/ÁGUA	0,014000279	0,03%
4	CERRADO	4,039432857	10,26%
5	CAMPO	2,566349423	6,52%
6	CAMPO DE MURUNDUS	0,578561096	1,47%
7	MATA GALERIA	2,390781532	6,08%

8	BREJO	0,288391614	0,74%
	<b>TOTAL</b>	<b>39,36601567</b>	<b>100,00%</b>

A tabela 02 acima apresenta os tipos de usos da terra e sua representação em porcentagem, esses dados foram retirados das tabelas de atributo do ArcGIS e inseridos e manipulados no software Excel 2007. Observa-se que no total de 39,366 km<sup>2</sup> a área urbana (evolução urbana) possui a maior representatividade 74,77% da bacia. E a cobertura vegetal composta pelo Cerrado, Campo, Campo de Murundus, Mata Galeria e Brejo representam cerca de 25,07% da bacia.

Assim, como já abarcado, o MQUAL correlaciona o uso e cobertura do solo aos parâmetros de qualidade da água, gerando estimativas de cargas poluidoras com base no coeficiente de exportação. Utilizou-se o módulo de geração de cargas difusas simplificado por Steinke et al (2004). A equação básica apresenta-se abaixo:

$$C_i = \sum (A_i \times c_i)$$

Onde:

$C_i$ -----carga média de cada parâmetro de qualidade da água para cada bacia de contribuição (Kg / dia);

$A_i$ -----área ocupada pelas diferentes categorias de cobertura do solo nas bacias de contribuição (km<sup>2</sup>);

$c_i$ -----coeficientes de exportação de cargas difusas de cada parâmetro ambiental para as diferentes categorias de cobertura do solo (kg/km<sup>2</sup>dia);

A tabela 03 abaixo demonstra os valores de referência do coeficiente de exportação de cargas difusas ( $c_i$ ) segundo o tipo de cobertura do solo para os parâmetros de qualidade de água: Nitrogênio Total, Sólidos em Suspensão e Fósforo Total.

**Tabela 3 Valores de referência para exportação de cargas difusas. Fonte: Atualização PDPA Guarapiranga, 2006.**

	Fonte	Unidade	Nitrogênio Total	Sólidos em suspensão	Fósforo Total
1	Atividade Agrícola	Kg/km <sup>2</sup> .dia	2,950	230	0,346
2	Reflorestamento	Kg/km <sup>2</sup> .dia	0,600	20	0,039
3	Mata / Capoeirão	Kg/km <sup>2</sup> .dia	0,600	20	0,039

4	Capoeira / Campo	Kg/km <sup>2</sup> .dia	0,500	30	0,028
5	Chácaras	Kg/km <sup>2</sup> .dia	0,900	40	0,050
6	Áreas Urbanas - Padrão Superior	Kg/km <sup>2</sup> .dia	1,274	50	0,034
7	Áreas Urbanas - Padrão Inferior	Kg/km <sup>2</sup> .dia	2,548	100	0,135
8	Áreas de Uso Industrial e Comercial	Kg/km <sup>2</sup> .dia	1,784	70	0,081

O Nitrogênio Total e o Fósforo Total são indicadores de qualidade das águas, pois em grande quantidade podem vir a afetar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática, pelo processo de eutrofização que eles provocam. As fontes de Nitrogênio e Fósforo nos corpos d'água são variadas, em áreas urbanas podem estar associadas ao lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais.

Os Sólidos em Suspensão também são indicadores de qualidade das águas e estão associados à turbidez e disponibilidade luminosa. Estas partículas podem ser inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos (algas, bactérias, plâncton). A erosão nas margens dos corpos hídricos pode gerar o aumento da turbidez, o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais também contribuem para a sua elevação.

Assim, no software ArcGIS realizou-se uma readequação dos tipos de cobertura do solo identificados na bacia do córrego Guará às coberturas utilizadas pelo MQUAL que podem ser visualizadas no quadro 01 abaixo. Dessa forma, os ajustes nos tipos de usos foram: Campo de Murundus, Cerrado e Brejo (pertencem à Capoeira/Campo) e evolução urbana categorizada em residencial, área urbana, industrial e comercial (pertencendo respectivamente a Áreas Urbanas Padrão Inferior e Áreas de Uso Industrial e Comercial).

Segundo o MQUAL (Atualização PDPA Guarapiranga, 2006) considerou-se os seguintes usos da terra (solo):

- Mata/Capoeirão: formações vegetais arbóreas de grande porte, em sua maioria constituída de vegetação nativa;
- Campo/Capoeira: categoria que agrega vegetação de baixo porte;
- Chácaras: agrega as áreas de lazer em área rural (clubes, marinas, etc)

-Área Urbana de Padrão Inferior: categoria de uso residencial de baixo padrão e habitação sub-normal; de alta, média e baixa intensidade de ocupação dos loteamentos; presença de equipamentos sociais (escolas, praças, hospitais, cemitérios, etc).

-Área Industrial e Comercial: categoria que requer tratamento individualizado, pois mesmo quando situadas em áreas bem atendidas pelos serviços urbanos, induz maior movimentação de pessoas e veículos e o manuseio de cargas de substâncias diversas.

**Quadro 1 – Adaptação aos Tipos de Usos da Terra. Elaboração: Heringer, 2019.**

	Fonte MQUAL	Tipos de Cobertura (ajustada)
1	Atividade Agrícola	Não utilizado
2	Reflorestamento	Não utilizado
3	Mata / Capoeirão	Mata Galeria
4	Capoeira / Campo	Campo, Campo de Murundus, Cerrado e Brejo.
5	Chácaras	Chácaras
6	Áreas Urbanas - Padrão Superior	Não utilizado
7	Áreas Urbanas - Padrão Inferior	Evolução Urbana (residencial e área urbana)
8	Áreas de Uso Industrial e Comercial	Evolução Urbana (industrial e comercial)

Após esta etapa, aplicou-se a equação básica da geração de cargas difusas nas tabelas de atributo do ArcGIS através do Field Calculator, dando origem aos mapas temáticos de exportação de carga poluidora (Nitrogênio, Sólidos em Suspensão e Fósforo Total) apresentados nos resultados deste trabalho.

As análises da qualidade de água do córrego Guará (3 trabalhos) químico-física e biológicas abordadas no subtópico 3.9 (Qualidade da Água, pg 54) visam dar embasamento para analisar a relação das Unidades de Conservação na qualidade das águas do córrego Guará.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Mapa de Uso da Terra como já explicitado é a base para a aplicação do Modelo de Correlação Uso do Solo/Qualidade da Água - MQUAL, onde resultou na geração de estimativas de exportação de cargas poluidoras na bacia do córrego Guará. Pode-se visualizá-lo, na figura 24, no qual, a evolução urbana, possui a maior representatividade, cerca de 74,77% da área da bacia e a cobertura vegetal sendo a segunda representatividade, aproximadamente 25,07%. Sendo a evolução urbana classificada pelos anos, desde 1958 até 2016 e o ano de 1975 possuindo maior avanço na urbanização.

A figura 25 demonstra o Mapa de Uso da Terra, classificando a evolução urbana quanto ao tipo de uso: comercial, industrial, urbano, residencial e chácaras. Estes elementos são importantes e relevantes para a análise que aqui se propõe. Pois, para a aplicação do MQUAL é imprescindível conhecer os tipos de usos e ocupações do solo.

Assim, as figuras 26, 27 e 28 retratam os Mapas de Exportação de Cargas Poluidoras de Nitrogênio, Sólidos em Suspensão e Fósforo Total, respectivamente. Eles revelam a espacialização das áreas onde há maior e menor exportação de cargas poluidoras, ou seja, áreas problema, que necessitam de atenção e áreas mais conservadas e preservadas. Os mapas apresentam além da área do limite da bacia do córrego Guará, a área da Reserva Biológica do Guará (Rebio Guará) e do Parque Ecológico Ezechias Heringer (PEEH) que são Unidades de Conservação (Federal e Distrital) importantes e relevantes na proteção dos recursos hídricos e no controle da qualidade das águas do córrego Guará.

A análise dos Mapas de Exportação de Carga Poluidora Nitrogênio, Sólidos em Suspensão e Fósforo Total revelam resultados comuns aos mapas, ou seja, áreas onde possuem maior exportação dos três parâmetros e áreas onde possuem menor estimativa de exportação.

A partir dos mapas, observa-se que das três áreas de maior taxa de exportação de carga poluidora, duas se encontram adjacentes a área da Rebio Guará, a nordeste da nascente o Setor de Indústria e Abastecimento e a sudoeste da nascente, o Guará 1 (RAX) área residencial. E a outra área de maior exportação localiza-se a nordeste da bacia, sendo a área mais elevada (1130 a 1170m) de uso residencial e urbanístico.

Para uma análise mais detalhada, visualiza-se a tabela 04 que demonstra o Cálculo Total de Cargas Poluidoras da bacia do Córrego Guará por tipo de cobertura e a porcentagem

que representa. Dessa forma, o Nitrogênio Total exportado na bacia é expresso por 71,57 kg/km<sup>2</sup>.dia (100%), e deste, a Área Urbana junto a Área de Uso Industrial representam 92,7%, ou seja, um valor bem expressivo. Para os Sólidos em Suspensão exportados na bacia o total é 2.877,99 kg/km<sup>2</sup>.dia (100%), e novamente a Área Urbana junto a Área de Uso Industrial possuem a maior representatividade 90,48%. E o mesmo acontece com o Fósforo Total, sendo expresso por 3,66 kg/km<sup>2</sup>.dia (100%), e assim, a Área Urbana junto a Área de Uso Industrial somam 91,68%.

Tabela 4: Cálculo de Cargas Poluidoras. Elaboração: Heringer, 2019.

<b>CÁLCULO TOTAL DE CARGAS POLUIDORAS DA BACIA DO CÓRREGO GUARÁ</b>							
	<b>Tipo Cobertura</b>	<b>Nitrogênio Total kg/km<sup>2</sup>.dia</b>	<b>%</b>	<b>Sólidos (suspensão) kg/km<sup>2</sup>.dia</b>	<b>%</b>	<b>Fósforo Total kg/km<sup>2</sup>.dia</b>	<b>%</b>
1	Área Urbana- Padrão Inferior	46,15124	64,48	1811,273108	62,94	2,445218	66,67
2	Áreas de Uso Industrial e Comercial	20,200128	28,22	792,605814	27,54	0,917157	25,01
3	Chácaras	0,047544	0,066	2,113104	0,07	0,002642	0,07
4	Mata / Capoeirão	1,434469	2,00	47,815631	1,66	0,09324	2,54
5	Campo / Capoeira	3,736367	5,22	224,182048	7,79	0,209239	5,71
<b>TOTAL</b>		<b>71,569748</b>	<b>100,00</b>	<b>2877,989705</b>	<b>100,00</b>	<b>3,667496</b>	<b>100,00</b>

Dessa forma, as áreas cobertas por vegetação (Mata e Campo) possuem pouca representatividade na exportação de cargas poluidoras, o que é positivo, pois em relação ao Nitrogênio representam 7,77%, os Sólidos em Suspensão 9,45% e o Fósforo Total 8,25%. E as Chácaras quase não possuem representatividade, não alcançam nem 1% em nenhum dos parâmetros.

Apesar de existir uma certa diferença entre concentração de uma substância (massa/volume) de carga diária (massa diária/vazão), torna-se válido para a discussão a que se propõe fazer uma aproximação e relação destes. Assim, os Mapas de Exportação de Carga Poluidora (Fósforo, Nitrogênio e Sólidos em Suspensão) apresentados abaixo expressam o valor de carga diária.

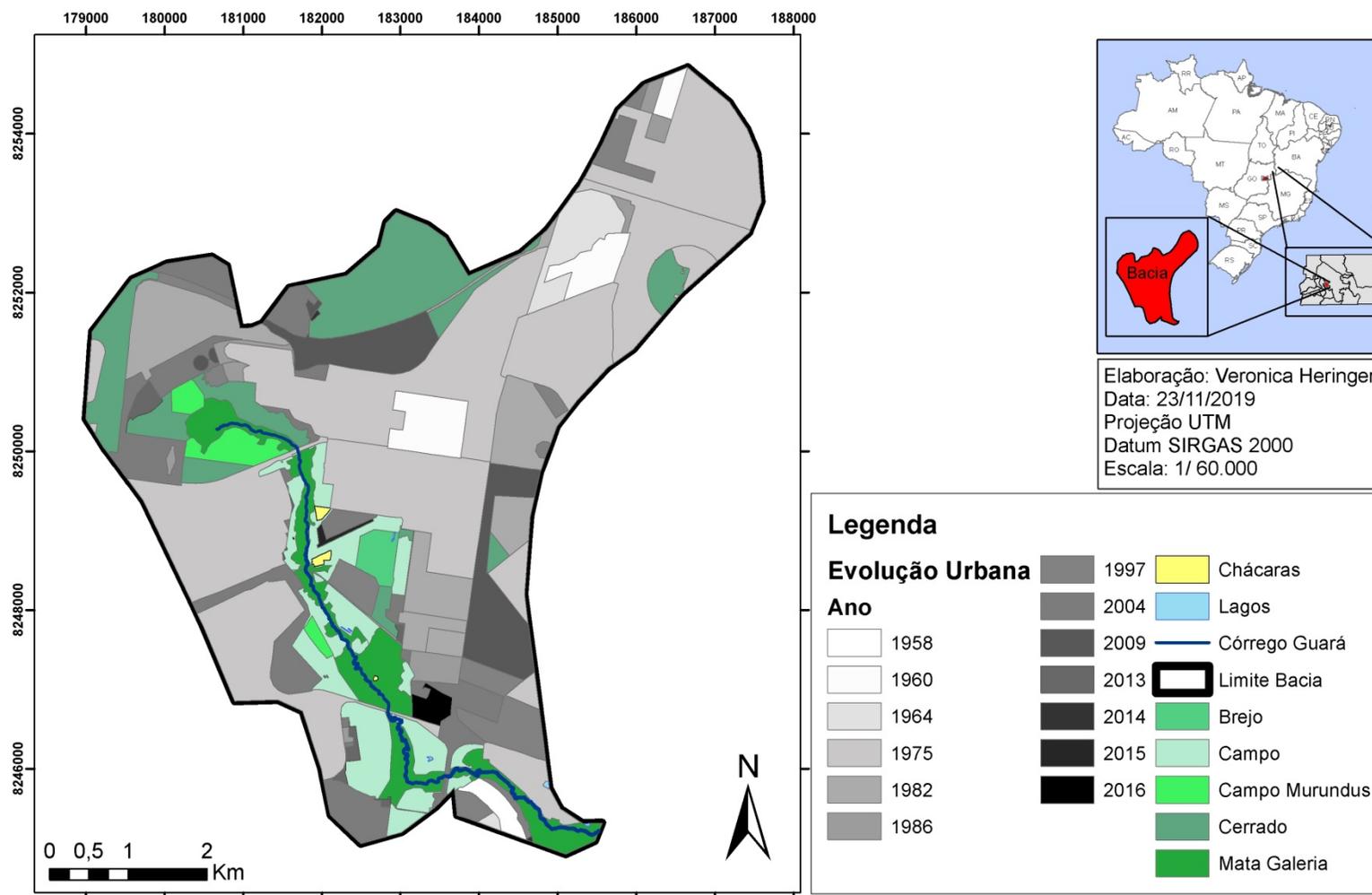


Figura 24– Mapa de Uso da Terra – Evolução urbana. Elaboração: Heringer, 2019.

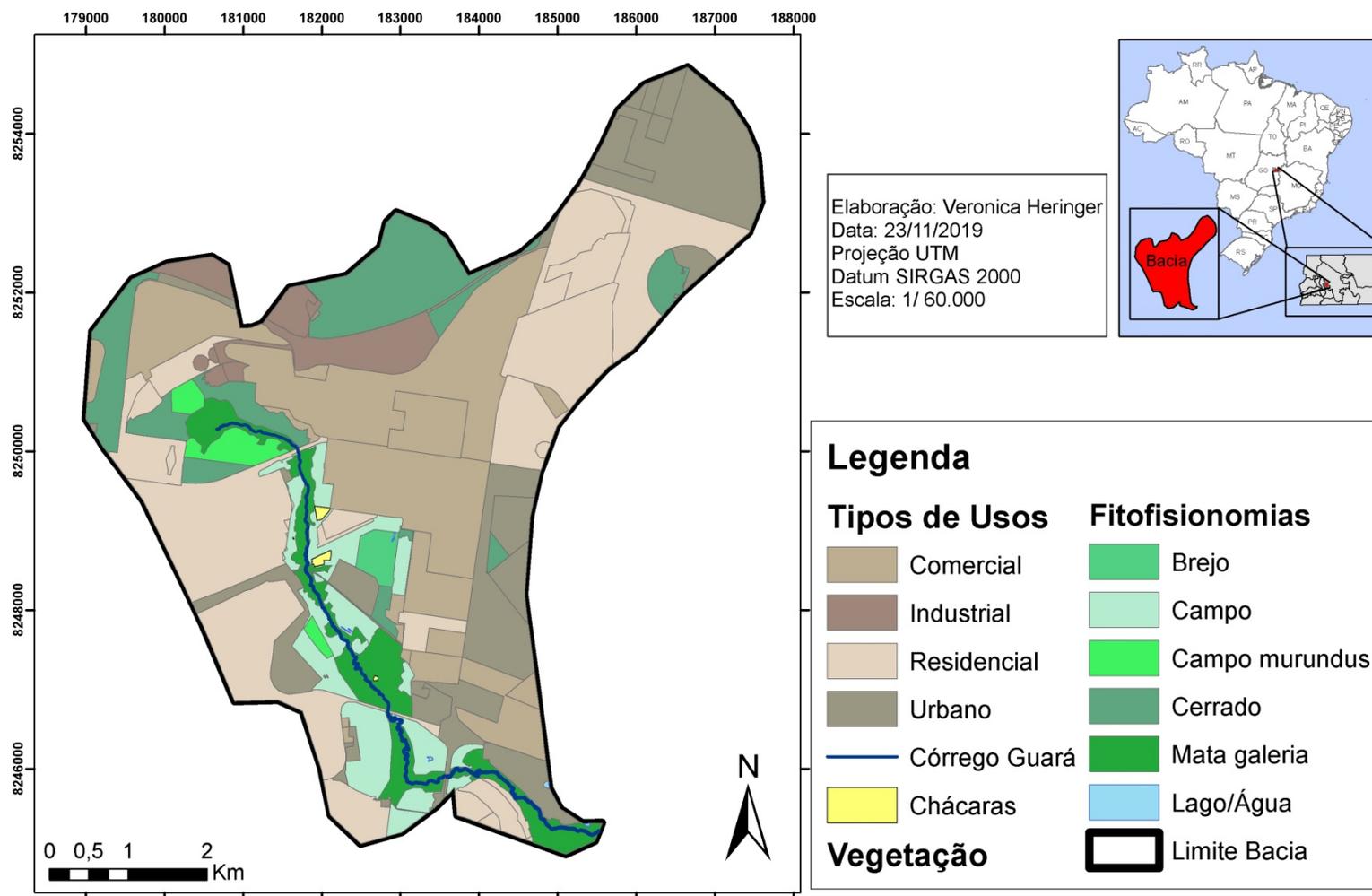


Figura 25– Mapa de Uso da Terra – Tipos de usos. Elaboração: Heringer, 2019.

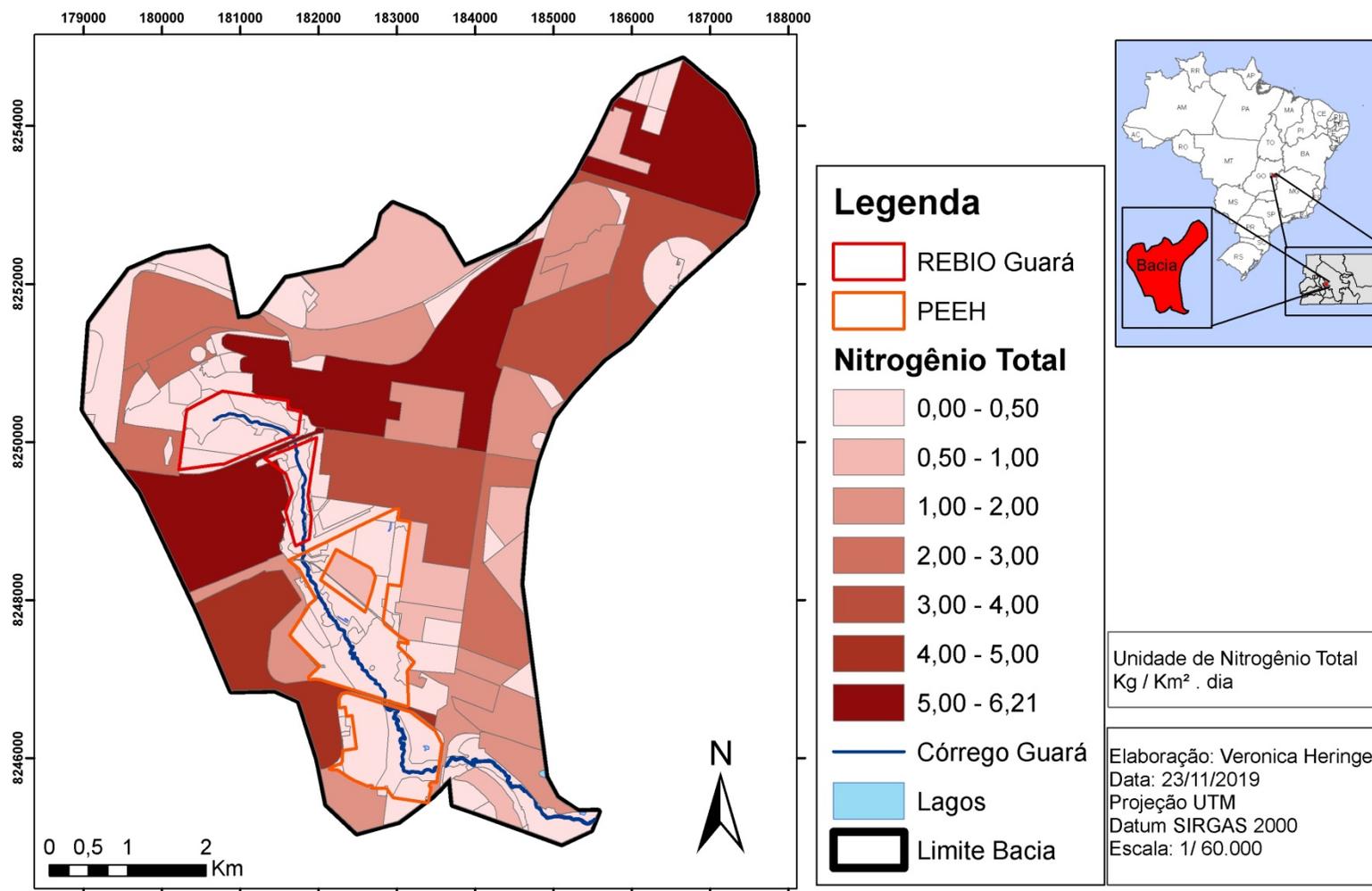


Figura 26 – Mapa de Exportao de Carga Poluidora – Nitrogênio. Elaboro: Heringer, 2019.

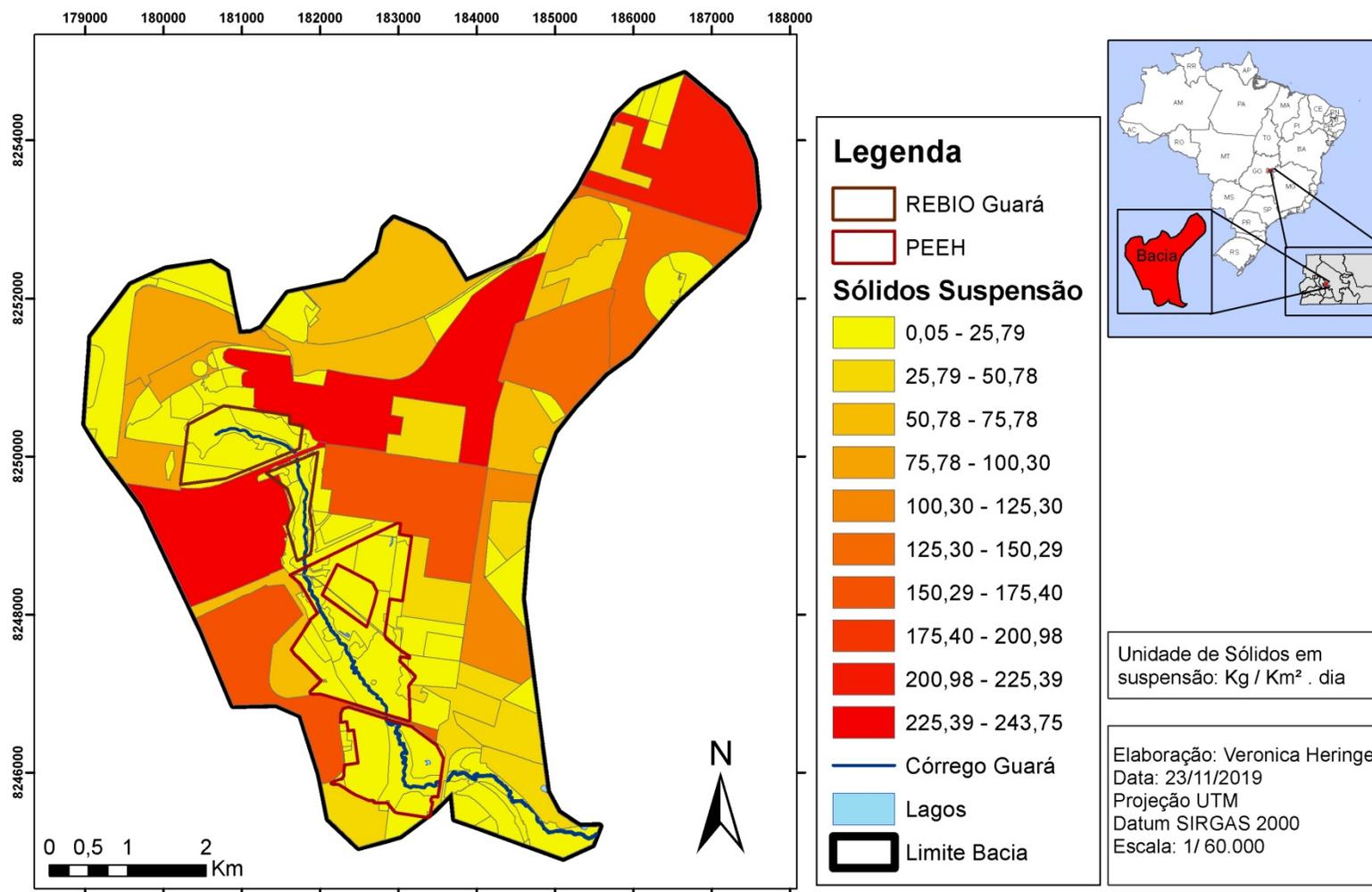


Figura 27 – Mapa de Exportaco de Carga Poluidora – Sólidos em suspensão. Elaboraco: Heringer, 2019.

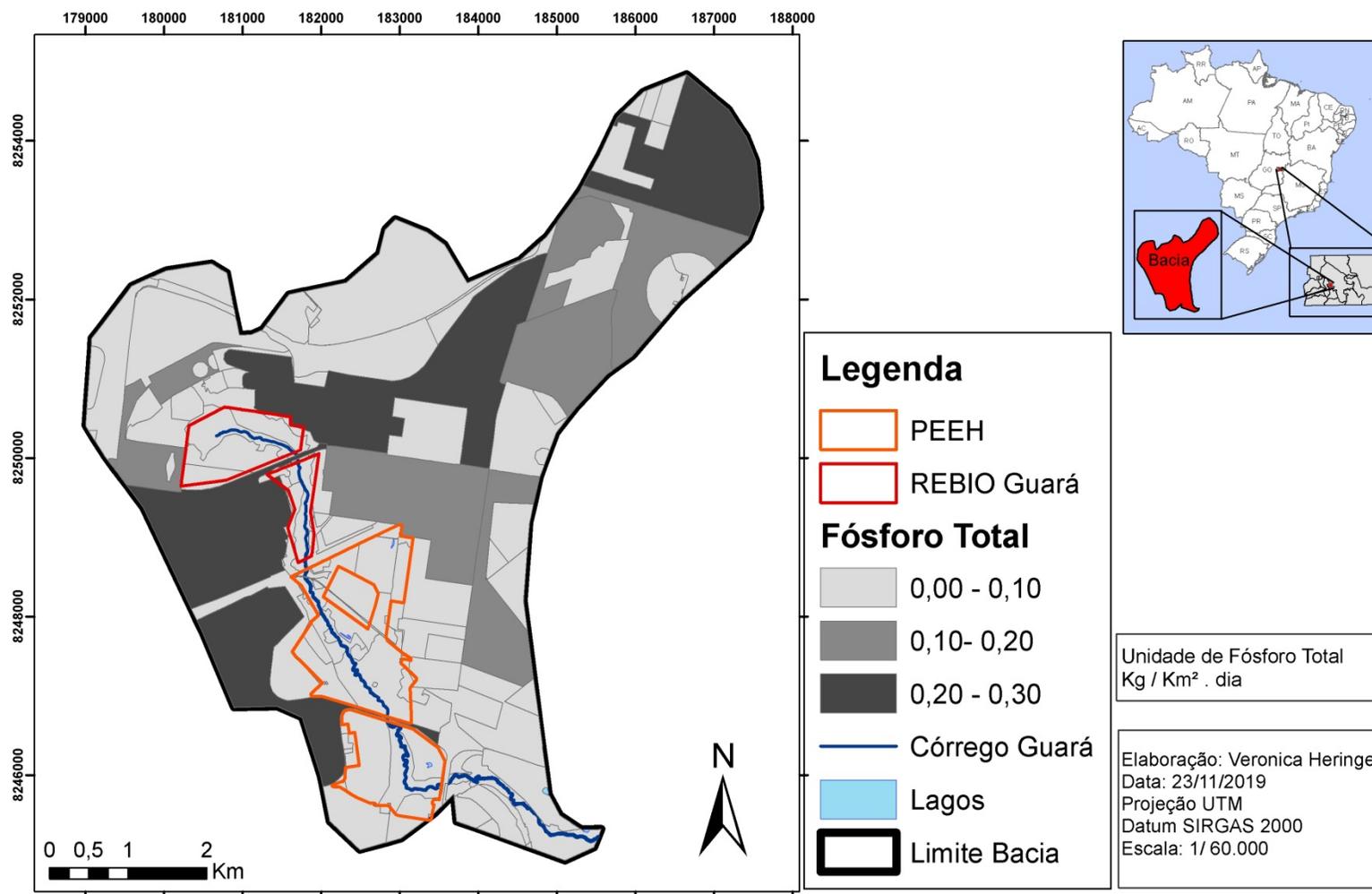


Figura 28 – Mapa de Exportação de Carga Poluidora – Fósforo Total. Elaboração: Heringer, 2019.

Os gráficos 08, 09 e 10 apresentados a seguir mostram a representatividade dos parâmetros Nitrogênio Total, Sólidos em Suspensão e Fósforo Total em relação aos usos e ocupações do solo, de forma clara e objetiva. Assim, o gráfico 08 apresenta os valores de exportação de Nitrogênio Total que se destacam as áreas urbanas 65% e as áreas de uso industrial e comercial 28%. Já para as áreas de mata e campo sobram 7% de representatividade.

Os valores de Sólidos em Suspensão são expostos no gráfico 09 e apresentam um comportamento semelhante ao do gráfico 08, onde a área urbana possui maior destaque de exportação 63%, em seguida de áreas de uso industrial e comercial 27%, restando 10% para áreas de mata e campo.

O gráfico 10 demonstra os valores para o Fósforo Total que também se apresentaram de forma semelhante aos gráficos anteriores. A área urbana se destacando com 67% de representatividade, em seguida a área de uso industrial e comercial 25%. A exportação de Fósforo Total restante de 8% para áreas de mata (capoeirão) e campo (capoeira).

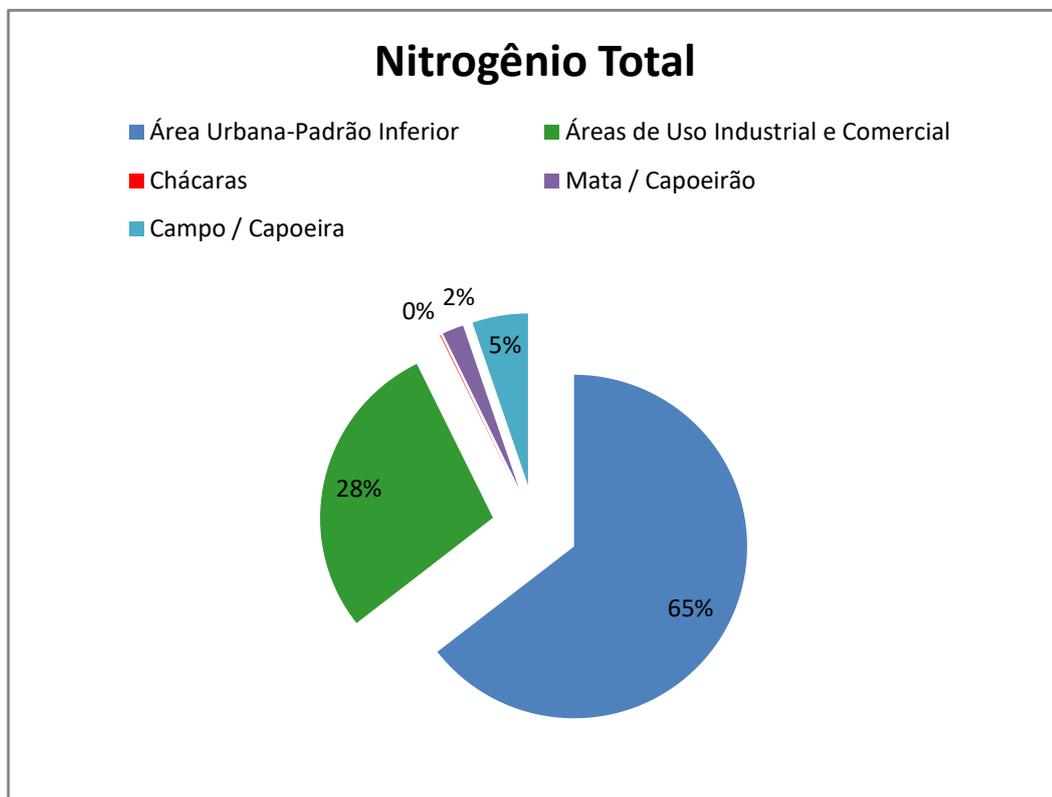


Gráfico 8: Nitrogênio Total. Elaboração: Veronica Heringer, 2019.

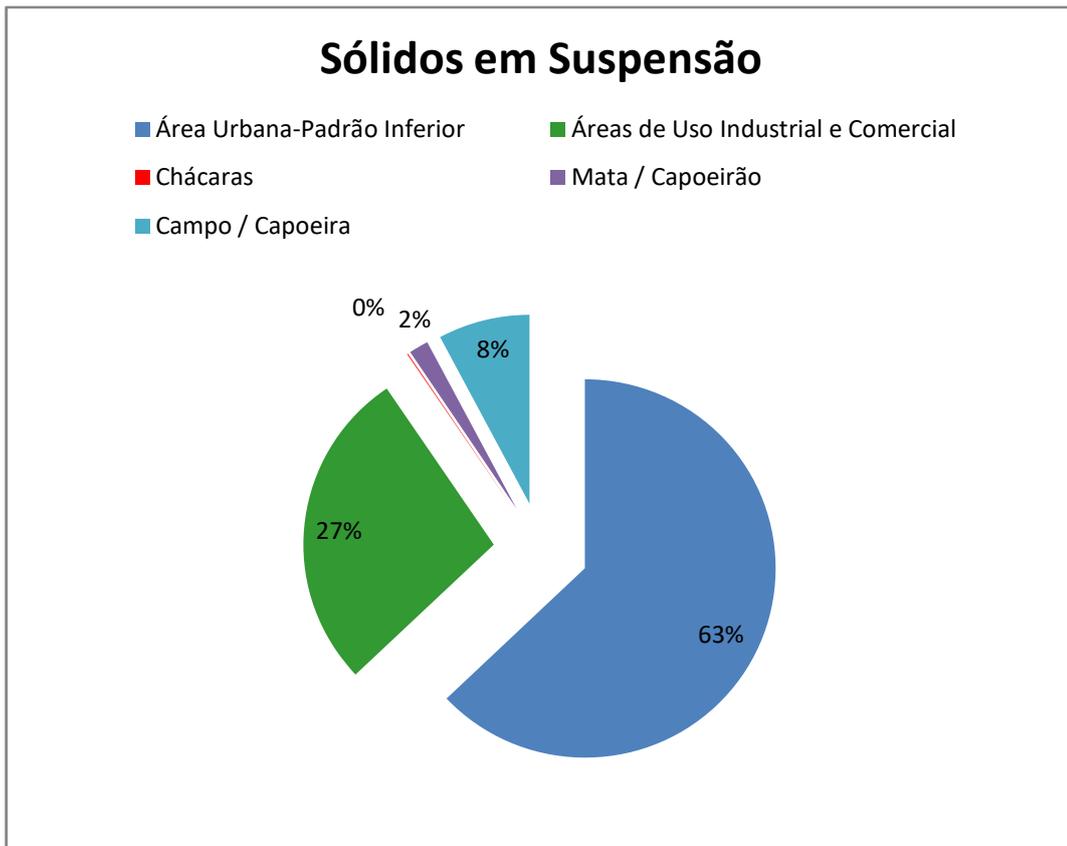


Gráfico 9: Sólidos em Suspensão. Elaboração: Veronica Hernger, 2019.

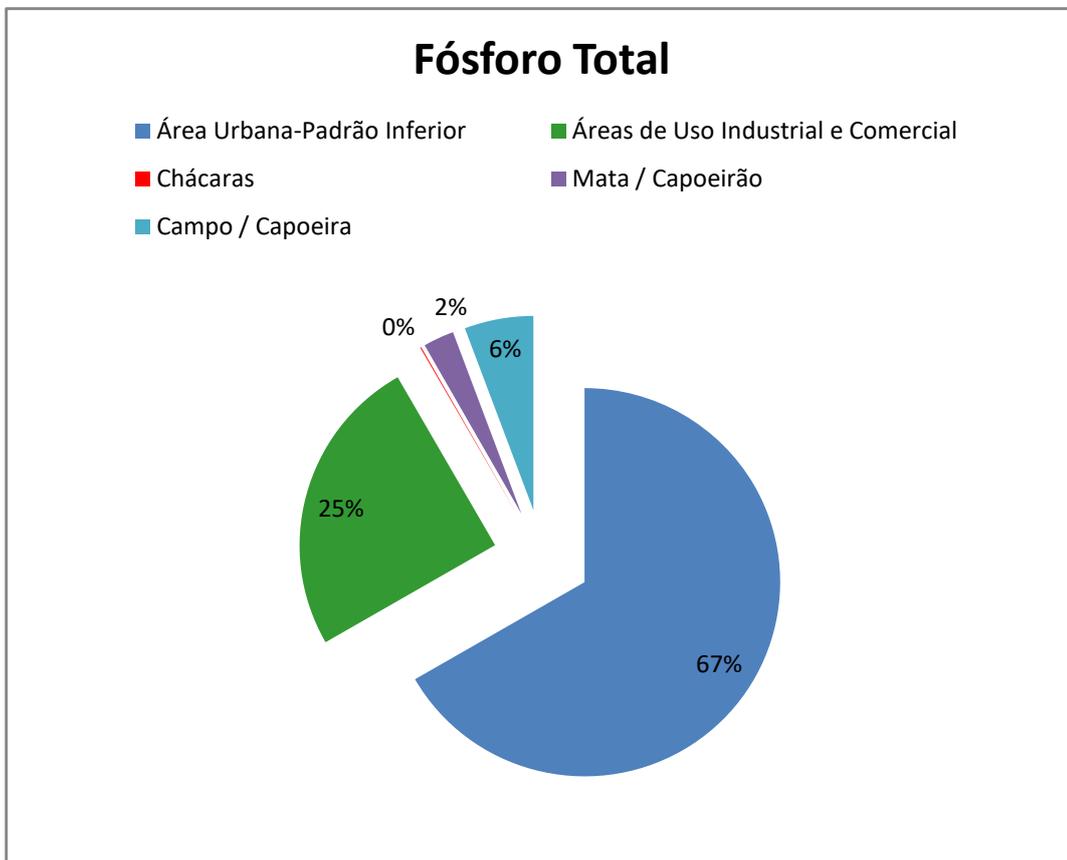


Gráfico 10: Fósforo Total. Elaboração: Veronica Hernger, 2019.

Como já explicitado, a Rebio Guará abrigo as nascentes do córrego Guará e esta UC possui grande importância na salvaguarda da biodiversidade de espécies endêmicas e raras tanto em fauna como em flora. Por exemplo, orquídeas, arbórea *Podocarpus brasiliensis*, pinheiro bravo (*Podocarpus* sp) e o peixe pir-brasília (*Simpsonichthys boitonei*). E também relevância na proteção e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subsuperficiais ali abrigados.

Batista, Bianchetti e Pellizzarro (2005) realizaram um levantamento florístico das Orchidaceae localizadas na Rebio do Guará. Registraram 44 gneros, 100 espécies e 105 táxons. Dentre eles, destacam-se *Habenaria* (32 táxons), a subtribo *Spiranthinae* (6 generos e 14 táxons), *Cyrtopodium* e também espécies raras e pouco coletadas.

Assim, nos inventários florísticos da Rebio Guará “orchidaceae aparece como a família com o maior número de espécies, chegando a representar 20% do total de espécies registradas para o local” (PROENÇA *et al* 2001; NOGUEIRA *et al* 2002, apud BATISTA, BIANCHETTI e PELLIZZARO, 2005, p. 224). E o estudo de Chacon, Martins e Amaral (2014), identificam três espécies endêmicas da família Orchidaceae, sendo duas restritas a Rebio do Guará.

Dessa forma, nota-se a grande relevância na conservação e proteção dessas áreas, pois o avanço da degradação, os impactos antrópicos e a presença de espécies invasoras podem causar o desaparecimento de algumas espécies raras como, por exemplo, a *Phragmipedium vittatum* e a *Cyanaeorchis minor* de áreas midas (BATISTA, BIANCHETTI e PELLIZZARO, 2005).

O peixe pir-brasília (*Simpsonichthys boitonei*) destaca-se, sendo uma espécie rara e endmica do Distrito Federal, segundo Shibatta (2005). Assim, ele vive em poças temporárias, enterram seus ovos que ficam “dormentes” até o aumento do nível da água (lençol freático) que ativa os embriões, se desenvolvem e completam o ciclo de vida em aproximadamente um ano. Segundo o IBRAM (2014) o pir-brasília ocorre na Rebio do Guará e provavelmente no PEEH. Essa espécie está ameaçada de extinção por causa das ações antrópicas (desmatamento, poluição dos ambientes naturais) e sua preservação está diretamente relacionada com a proteção dessas áreas sensíveis, através do SNUC e do SDUC (COSTA, 2002 apud SHIBATTA, 2005).

Porém, depender apenas do SNUC e o SDUC para a proteção dessas áreas caracterizam-se de forma ineficiente, pois para alcançá-la de forma efetiva requer ir além de

uma fiscalização do órgão responsável, com ações pontuais, a essas áreas onde persistem os chacareiros (ocupações irregulares), fiscalização as práticas clandestinas como as ligações de esgoto à rede pluvial, deposição irregular de lixo, invasões para coleta de água (cisternas irregulares), enfim, as atividades humanas que causam danos aos sistemas ambientais.

Torna-se imprescindível refletir sobre o uso e ocupação da bacia hidrográfica, considerando a morfologia do terreno, seus divisores, na delimitação de Unidades de Conservação, visando às bacias hidrográficas como unidade territorial de planejamento e gestão, para alcançar integralidade na proteção proposta.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou realização da estimativa da poluição difusa na bacia hidrográfica do córrego Guará, visando à relação do uso da terra e o sistema hidrológico e da análise da relação das Unidades de Conservação localizadas na área de estudo com a qualidade das águas do córrego. Visto que os órgãos responsáveis pela gestão das águas não realizam a quantificação de cargas poluidoras de origem difusa, justificando-se assim a contribuição deste estudo para a obtenção de conhecimento científico e técnico nessa área, servindo de apoio para futuras pesquisas e para o poder público.

Embasado nos resultados das análises de água do córrego Guará apresentados, percebe-se a vulnerabilidade ambiental aos danos antrópicos que este córrego está sujeito, acarretando em sua contaminação seja por efluentes industriais, esgotos, domésticos, metais pesados, óleos, graxas, enfim, a poluição pontual e difusa. E que apesar das nascentes se localizarem numa área de proteção integral, a Rebio Guará, as águas do córrego Guará se encontram em baixa qualidade, num cenário contraditório.

Os Mapas de Exportação de Cargas Poluidoras (Nitrogênio, Sólidos em Suspensão e Fósforo Total) revelam as três áreas onde há maior taxa de exportação de cargas poluidoras, sendo duas áreas adjacentes a área da Rebio Guará (Unidade de Conservação de proteção integral), a nordeste da nascente o Setor de Indústria e Abastecimento e a sudoeste da nascente, o Guará 1, área residencial. E a terceira área de maior exportação de cargas localiza-se a nordeste da bacia, sendo a área mais elevada da bacia (1130 a 1170m) de uso residencial e urbanístico (Brasília). Considerando a área urbana juntamente a área de uso industrial e comercial representantes de cerca de 90% do total da exportação de cargas poluidoras da bacia do córrego Guará para os três parâmetros analisados.

Dessa forma, se faz relevante o fomento a políticas públicas que definam metas a serem alcançadas, estimulem o monitoramento e controle da poluição difusa como ocorre na Bacia do Guarapiranga do Estado de São Paulo através do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental, instituído pela Lei nº 9.866/97.

Apesar da baixa qualidade das águas do córrego Guará, as áreas de cobertura vegetal, no caso, a Rebio Guará e o PEEH se revestem de importância, pois amenizam a poluição difusa, retendo os poluentes do escoamento superficial urbano e atuando na infiltração da água, retornando ao sistema (lençol freático e até aquíferos).

E assim, refletir sobre o uso e ocupação da bacia hidrográfica, considerando a morfologia do terreno, seus divisores, na delimitação de Unidades de Conservação, visando às bacias hidrográficas como unidade territorial de planejamento e gestão, para alcançar integralidade na proteção proposta.

Enfim, o trabalho proposto de estimativa da poluição difusa na bacia hidrográfica do córrego Guará através do MQUAL caracteriza-se eficiente e se constitui como um instrumento relevante que visa revelar as fragilidades das áreas tendo em vista o uso da terra e a qualidade dos recursos hídricos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADASA. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal**. 2012. Disponível em <<http://www.adasa.df.gov.br/regulacao/planos>> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
2. AMORIM, J. M. *et al.* Poluição Difusa. Revista **Educação Ambiental em Ação**. n° 28. 2009. Disponível em < <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=724>> Acesso em: 23 de dezembro de 2019.
3. ANA. **Implementação do Enquadramento em Bacias Hidrográficas**. Cadernos de Recursos Hídricos. Brasília, 2009. Disponível em < <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7504/implementacao-enquadramento-ag-superf-ana-2009.pdf>> Acesso em: 23 de dezembro de 2019.
4. BATISTA, A. J. N. *et al.* Orchidaceae da Reserva Ecológica do Guará, DF, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 19. n° 2. São Paulo. Junho 2005. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062005000200004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062005000200004)> Acesso em: 02 de dezembro de 2019.
5. BRASIL. **Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934**. Primeiro Código Florestal brasileiro. Revogado pela Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. Novo código Florestal. Revogado pela Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/D23793.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm)> Acesso em: 07 de julho de 2019.
6. BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Título VIII, Da Ordem Social, Capítulo IV Do Meio Ambiente. Disponível em: < [https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988\\_06.06.2017/art\\_225\\_.asp](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_06.06.2017/art_225_.asp)> Acesso em: 23 de março de 2019.
7. BRASIL. **Lei de 9.985, de 18 de junho de 2000**. Regulamenta o artigo. 225 § 1º, incisos I,II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Conservação da Natureza e de outras providências. Disponível em: <

- [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>. Acesso em: 07 de julho de 2019.
8. 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 e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
  9. CODEPLAN. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios Guará 2018**. Disponível em <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/Guar%C3%A1.pdf>> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
  10. CODEPLAN. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios SIA 2018**. Disponível em <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/SIA.pdf>> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
  11. CONAMA. **Resolu o n 357 de 17 de março de 2005**. Dispo sobre a classificao dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condioes e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 02 de dezembro de 2019.
  12. CONAMA. **Resolu o n 410 de 04 maio de 2009**. Prorroga o prazo para complementao das condioes e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolu o n 357, de 17 de março de 2005, e no art. 3o da Resolu o n 397, de 3 de abril de 2008. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=603>> Acesso em: 02 de dezembro de 2019.
  13. CONAMA. **Resolu o n 430 de 13 de maio de 2011**. Dispo sobre as condioes e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolu o no 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 02 de dezembro de 2019.
  14. CHACON, R. G. *et al.* **Checklist da flora herbáceo-arbustiva da Reserva Biológica do Guará, Distrito Federal**: levantamento da flora como parte integrante de estudos para subsidiar o manejo e gestão de áreas protegidas. Disponível em

- <[https://www.researchgate.net/publication/283645654\\_CHECKLIST\\_DA\\_FLORA\\_HERBACEO-ARBUSTIVA\\_DA\\_RESERVA\\_BIOLOGICA\\_DO\\_GUARA\\_DISTRITO\\_FEDERAL\\_levantamento\\_da\\_flora\\_como\\_parte\\_integrante\\_de\\_estudos\\_para\\_subsidiar\\_o\\_manejo\\_e\\_gestao\\_de\\_areas\\_protegidas](https://www.researchgate.net/publication/283645654_CHECKLIST_DA_FLORA_HERBACEO-ARBUSTIVA_DA_RESERVA_BIOLOGICA_DO_GUARA_DISTRITO_FEDERAL_levantamento_da_flora_como_parte_integrante_de_estudos_para_subsidiar_o_manejo_e_gestao_de_areas_protegidas)> Acesso em: 02 de dezembro de 2019.
15. CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 1999.
  16. DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº11.262, de 16 de setembro de 1988**. Cria a Reserva Ecológica do Guará. Disponível em <[http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/16647/exec\\_dec\\_11262\\_1988.html](http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/16647/exec_dec_11262_1988.html) > Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
  17. DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 756, de 08 de setembro de 1994**. Dá a denominação de 'Parque Ecológico EZECHIAS HERINGER' ao 'Parque do Guará'. Acesso em <<https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:distrito.federal:distrital:lei:1994-09-08;756> > Disponível em: 01 de dezembro de 2019.
  18. DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 1.826, de 13 de janeiro de 1998**. DODF DE 14.01.1998. Cria o Parque Ecológico Ezechias Heringer, na Região Administrativa do Guará – RA X. Disponível em: <[http://www.tc.df.gov.br/SINJ/Norma/49785/Lei\\_1826\\_13\\_01\\_1998.html](http://www.tc.df.gov.br/SINJ/Norma/49785/Lei_1826_13_01_1998.html)> Acesso em: 15 de abril de 2018.
  19. DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 265, de 14 de dezembro de 1999**. Dispõe sobre a criação os Parques Ecológicos e de Uso Múltiplo. Disponível em: <<http://www.sema.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/09/Lei-Complementar-Distrital-n%C2%BA-265-de-1999.pdf> > Acesso em: 20 de abril de 2018.
  20. DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 3.618, de 14 de julho de 2005**. Cria a Região Administrativa que especifica e dá outras providencias Disponível em <[http://www.seduh.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/10/lei\\_3618\\_14072005.pdf](http://www.seduh.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/10/lei_3618_14072005.pdf) > Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
  21. DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 916, de 17 de outubro de 2006**. Altera a Lei nº 1.826, de 13 de janeiro de 1998, que cria o Parque Ecológico Ezechias Heringer, na Região Administrativa do Guará - RA X. Disponível em <[http://www.sinj.df.gov.br/SINJ/Norma/faddbd9fcf3242f4b1ac48c13f2287a4/Lei\\_Complementar\\_916\\_17\\_10\\_2016.pdf](http://www.sinj.df.gov.br/SINJ/Norma/faddbd9fcf3242f4b1ac48c13f2287a4/Lei_Complementar_916_17_10_2016.pdf)> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

22. DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 29.703, de 17 de novembro de 2008.** Transforma a Reserva Ecológica do Guar´a, localizada na Regi˜o Administrativa X, em Reserva Biol´ogica do Guar´a, nos termos do artigo 10, da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e d´a outras providˆencias. Dispon´ivel em <[http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/59035/Decreto\\_29703\\_17\\_11\\_2008.html](http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/59035/Decreto_29703_17_11_2008.html)> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
23. DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 827 de 22 de Julho de 2010.** Regulamenta o art. 279, I, III, IV, XIV, XVI, XIX, XXI, XXII, e o art. 281 da Lei Orgˆanica do Distrito Federal, instituindo o Sistema Distrital de Unidades de Conserva˜o da Natureza – SDUC, e d´a outras providˆencias. Dispon´ivel em: <[http://www.fazenda.df.gov.br/aplicacoes/legislacao/legislacao/TelaSaidaDocumento.cfm?txtNumero=827&txtAno=2010&txtTipo=4&txtParte=.](http://www.fazenda.df.gov.br/aplicacoes/legislacao/legislacao/TelaSaidaDocumento.cfm?txtNumero=827&txtAno=2010&txtTipo=4&txtParte=)> Acesso em: 23 de mar˜o de 2019.
24. DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 854, de 15 de outubro de 2012.** Atualiza a Lei Complementar nº 803, de 25 de abril de 2009, que aprova a revis˜o do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT e d´a outras providˆencias. Dispon´ivel em <[http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/72806/Lei\\_Complementar\\_854\\_15\\_10\\_2012.html](http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/72806/Lei_Complementar_854_15_10_2012.html)> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
25. EMBRAPA. **Evolu˜o Geomorfol´ogica do Distrito Federal.** Planaltina. 2004. Dispon´ivel em <[https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/16150/1/ARTIGO\\_EvolucaoGeomorfologicaDistritoFederal.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/16150/1/ARTIGO_EvolucaoGeomorfologicaDistritoFederal.pdf)> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
26. EMBRAPA. **Mapa Pedol´ogico Digital – SIG Atualizado do DF Escala 1/100.000 e uma S´ıntese do Texto Explicativo.** Planaltina. 2004. Dispon´ivel em <[file:///C:/Users/leona/Documents/UnB/8%C2%B0%20SEMESTRE/PRATICA%201/Mapa\\_Pedo\\_Embrapa.pdf](file:///C:/Users/leona/Documents/UnB/8%C2%B0%20SEMESTRE/PRATICA%201/Mapa_Pedo_Embrapa.pdf)> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
27. EMBRAPA. **Unidades de Paisagem do DF Escala 1/100.000.** Planaltina. 2004 Dispon´ivel em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/569489/1/doc124.pdf>> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
28. EMBRAPA (Org.).In: RIBEIRO, J.F.; WALTER, B. M. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado.**2008. Cap 3. P 89-148.

29. IBRAM. **Unidades de Conservação.** Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/unidades-de-conservacao/>> Acesso em: 23 de março de 2019.
30. IBRAM. **Guia de Unidades de Conservação do Distrito Federal.** Brasília. 2014. Disponível em <<http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/Guia-de-Unidades-de-Conserva%C3%A7%C3%A3o-min.pdf>> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
31. INMET. **Normais Climatológicas do Brasil.** Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
32. LIMA, R. X. *et al.* **Elaboração do Plano de Manejo da Reserva Biológica do Guará-DF.** 2014. Elaborado pela empresa Geo Lógica Consultoria Ambiental Ltda, contratada pelo IBRAM.
33. LIMA, R. X. *et al.* **Programas de Manejo.** 2015. Elaborado pela empresa Geo Lógica Consultoria Ambiental Ltda, contratada pelo IBRAM.
34. LIMA, E. C.; SILVA, E.V. Estudos Geossistêmicos Aplicados a Bacias Hidrográficas. **Revista Equador** (UFPI), v. 4, n. 4, p. 3-20, jul/dez 2015. Disponível em <<https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/4367> > Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
35. MATOS, E. S. **Subsídio ao Plano de Manejo do Parque Ecológico Ezechias Heringer, Guará – Distrito Federal.** 2004. Monografia de Especialização (*Lato sensu* em Ecoturismo). Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília. 2004. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/586/1/2004\\_EricaSousaMatos.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/586/1/2004_EricaSousaMatos.pdf)> Acesso em: 15 de abril de 2018.
36. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Unidades de Conservação.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao>> Acesso em: 20 de abril de 2018.
37. NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral.** v. 6/7, n. 1, p. 167-179. 2004. Disponível em <<http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/130>> Acesso em: 24 de dezembro de 2019.

38. PAIVA, V. S. **Análise de Água em Bacia Hidrográfica Urbana – Metais Pesados e Óleos & Graxas no Córrego do Guará, Distrito Federal**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia). Universidade de Brasília, 2013. Disponível em <<http://bdm.unb.br/handle/10483/19254> > Acesso em: 20 de dezembro de 2019.
39. PASSOS, T. M. F. **Efeitos da Ocupação Urbana na Sustentabilidade Ambiental do Córrego do Guará, Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental). Universidade Católica de Brasília. 2007. Disponível em: <<https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/bitstream/123456789/1720/1/Tania%20Maria%20Faria%20dos%20Passos.pdf>> Acesso em: 07 de julho de 2019.
40. RODRIGUES, F.P. **Unidades de Conservação no Distrito Federal: O caso do Parque Ecológico Ezechias Heringer**. Monografia (Graduação de Bacharel e Licenciatura em Geografia). Universidade de Brasília. 2012. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/5202/1/2012\\_FernandaPereiraRodrigues.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/5202/1/2012_FernandaPereiraRodrigues.pdf)> Acesso em: 15 de abril de 2018.
41. SAITO, C. H. (Org.) Desenvolvimento Tecnológico e Metodológico para mediação entre usuários e comitês de Bacia Hidrográfica. In: STEINKE, V. A *et al.* **Estimativa de Exportação de Cargas Poluidoras em Bacia Hidrográfica por Geoprocessamento**. Brasília, 2004. Cap 2. p. 25-39.
42. SARACURA, V. F. *et al.* **Diagnóstico Ambiental Parque Ecológico Ezechias Heringer - PEEH**. Elaborado pela empresa Geo Lógica Consultoria Ambiental Ltda, contratada pelo IBRAM. 2009. Disponível em: [http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/DIAGNOSTICO\\_AMBIENTAL\\_PEEH\\_FINAL\\_2\\_.pdf](http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/DIAGNOSTICO_AMBIENTAL_PEEH_FINAL_2_.pdf) Acesso em: 07 de julho de 2019.
43. SARACURA, V. F. *et al.* **Plano de Manejo PEEH**. 2017. Elaborado pela empresa Geo Lógica Consultoria Ambiental Ltda, contratada pelo IBRAM. Disponível em <[http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/PROGRAMAS-DE-MANEJO\\_PEEH\\_FINAL.pdf](http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/PROGRAMAS-DE-MANEJO_PEEH_FINAL.pdf)> Acesso em: 23 de dezembro de 2019.
44. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Atualização do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga**. 2006 Disponível em <<http://pdpa.cobrpe.com.br/Arquivos/Pdpas/PDPA-Guarapiranga.pdf>> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

45. SEDUH. **Geoportal**. Disponível em <<https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/mapa/#>> Acesso em: 02 de dezembro de 2019.
46. SEGETH. **Mapa Índice Articulação SICAD Escala 1/10.000 SIRGAS**. Disponível em <[http://mapas.segeth.df.gov.br/index\\_sirgas.htm](http://mapas.segeth.df.gov.br/index_sirgas.htm)> Acesso em: 02 de dezembro de 2019.
47. SILVA, I. R. O. **Aplicação do Método de Cargas Máximas Totais Diárias de Nutrientes na Bacia do Córrego Rodeador, DF**. Monografia de Projeto Final em Engenharia Ambiental. Universidade de Brasília, 2016. Disponível em <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16962/1/2016\\_IsadoraRezendeSilva\\_tcc.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16962/1/2016_IsadoraRezendeSilva_tcc.pdf)> Acesso em: 24 de dezembro de 2019.
48. SILVA, V. B; CRISPIM, J. Q. **Um breve relato sobre a questão ambiental**. Revista Geografia, Meio Ambiente e Ensino (GEOMAE). Campo Mourão, PR. v. 2, n. 1, p. 163-175. 1º semestre de 2011. Disponível em: <[http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/30/pdf\\_24](http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/30/pdf_24) > Acesso em: 07 de junho de 2019.
49. SHIBATTA, O. A. Reprodução do pirá-brasília, *Simpsonichthys boitonei* Carvalho (Cyprinodontiformes, Rivulidae), e caracterização de seu habitat na Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília, Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 22. n 4. p. 1146-1151, dez/2005. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-81752005000400048&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-81752005000400048&script=sci_abstract&tlng=pt)> Acesso em: 02 de dezembro de 2019.
50. STEINKE, V. A. **Uso Integrado de Dados Digitais Morfométricos (Altimetria e Sistema de Drenagem) na Definição de Unidades Geomorfológicas no DF**. Dissertação (Mestre em Geologia). Universidade de Brasília. 2003. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/324706267\\_USO\\_INTEGRADO\\_DE\\_DADOS\\_DIGITAIS\\_MORFOMETRICOS\\_ALTIMETRIA\\_E\\_SISTEMA\\_DE\\_DRENAGEM\\_NA\\_DEFINICAO\\_DE\\_UNIDADES\\_GEOMORFOLOGICAS\\_NO\\_DISTRITO\\_FEDERAL](https://www.researchgate.net/publication/324706267_USO_INTEGRADO_DE_DADOS_DIGITAIS_MORFOMETRICOS_ALTIMETRIA_E_SISTEMA_DE_DRENAGEM_NA_DEFINICAO_DE_UNIDADES_GEOMORFOLOGICAS_NO_DISTRITO_FEDERAL)> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.
51. TUCCI, C. E. M; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Brasília, 2006. Disponível em <[https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/sqa\\_3.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/sqa_3.pdf)> Acesso em: 23 de dezembro de 2019.

52. TRICART, J. **Ecodinâmica**. SUPREN. IBGE. Rio de Janeiro, 1977.
53. WIPIKEDIA. **Classificação Climática de Koppen-Geiger**. Disponível em <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Classifica%C3%A7%C3%A3o\\_clim%C3%A1tica\\_de\\_K%C3%B6ppen-Geiger](https://pt.wikipedia.org/wiki/Classifica%C3%A7%C3%A3o_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen-Geiger)> Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO I - ANÁLISE DE ÁGUA REBIO (2014)

Tabela 11 - Resultados analíticos dos pontos de amostragem sobre o córrego do Guará.

Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos	Resolução Conama nº 357/2005	MF59		MF60		MF61		MF62	
		S	C	S	C	S	C	S	C
Amônia (mg/L)	3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	0,05	1,26	0,06	1,54	ND	0,56	ND	0,42
Chumbo Total (mg/L)	0,01 mg/L	0,012	ND	0,068	ND	0,06	ND	0,037	ND
Cloreto (mg/L)	250 mg/L	0,35	0,02	ND	0,03	3,0	0,02	1,10	0,03
Cobre dissolvido (mg/L)	0,009 mg/L	0,082	ND	0,15	ND	0,057	ND	0,218	ND
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Não poderá exceder o limite de 1000/100 mL	>2419,6	2419,6	92,2	516,3	>2419,6	2419,6	1732,9	2419,6
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	-	>2419,6	138,2	107,9	116,3	>2419,6	84,6	>2419,6	2419,6
Condutividade (US/Cm)	-	<0,1	<0,1	10,0	<0,1	10,0	<0,1	10,0	<0,1
Cor (UH)	Até 75 mg PT/L	4,0	1,5	20,0	7,0	5,0	2,5	4,5	6,5
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)	Até 5 mg/L O <sub>2</sub>	<3,0	10	4,8	5,0	10,9	7,0	15,0	8,0
Demanda Química de Oxigênio - DQO (mg/L)	-	6,0	10,8	28,0	18,8	16,0	18,4	16,0	11,6
Ferro Total	-	0,23	ND	0,73	ND	2,15	ND	2,73	ND
Fósforo Total (mg/L)	0,1 mg/L	0,23	1,30	1,16	0,80	2,07	0,40	4,95	0,5
Nitrato (mg/L)	10,0 mg/L	0,70	1,54	0,70	1,26	0,70	1,54	2,38	1,68
Nitrogênio Total (mg/L)	-	2,38	2,94	4,48	2,80	1,68	2,24	4,0	2,1

## 8.2 ANEXO II - ANÁLISE DE ÁGUA REBIO -2(2014)

Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos	Resolução Conama nº 357/2005	MF59		MF60		MF61		MF62	
		S	C	S	C	S	C	S	C
Óleos e graxas (mg/L)	Virtualmente ausentes	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Não inferior a 5 mg/L	12,0	9,6	16,4	9,0	15,6	9,2	15,2	9,2
pH	6,0 a 9,0	6,3	6,3	6,5	6,7	6,7	7,0	6,8	7,1
Sólidos Totais (mg/L)	-	0,05	0,30	0,20	0,21	0,20	0,20	0,22	0,32
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	500 mg/L	0,04	0,23	0,015	0,01	0,015	0,03	0,01	0,14
Sólidos Totais Suspensos	-	0,015	ND	0,17	ND	0,19	ND	0,17	ND
Temperatura (oC)	-	16,0	18,8	16,5	21,9	17,1	21,5	17,4	21,0
Turbidez (NTU)	Até 100 UNT	3,46	0,64	11,3	0,69	28,80	0,80	39,4	3,25

ND - Não detectado; (-) Parâmetros que não possuem valores máximos na Resolução Conama nº 357/2005; S – Coleta período seco; C – Coleta período chuvoso.