UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

PESQUISA EXPLORATÓRIA COM INDICADORES DE SAÚDE ASSOCIADOS AO ATENDIMENTO POR SANEAMENTO NA ÁREA METROPOLITANA DE BRASÍLIA

LARISSA DAMASCENA DA SILVA

ORIENTADOR: RICARDO TEZINI MINOTI

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL II EM ENGENHARIA AMBIENTAL

BRASÍLIA/DF: MAIO/2021

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

PESQUISA EXPLORATÓRIA COM INDICADORES DE SAÚDE ASSOCIADOS AO ATENDIMENTO POR SANEAMENTO NA ÁREA METROPOLITANA DE BRASÍLIA

LARISSA DAMASCENA DA SILVA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL.

APROVADA POR:

_____

RICARDO TEZINI MINOTI, Doutor (ENC/FT/UNB)
(ORIENTADOR)

_____

YOVANKA PEREZ GINORIS, Doutora (ENC/FT/UNB)
(EXAMINADORA INTERNA)

_____

GILBERTO ANTONIO DO NASCIMENTO, Doutor (ABES-DF)
(EXAMINADOR EXTERNO)

Brasília/DF, 26 de maio de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, LARISSA DAMASCENA
PESQUISA EXPLORATÓRIA COM INDICADORES DE SAÚDE ASSOCIADOS AO ATENDIMENTO POR SANEAMENTO NA ÁREA METROPOLITANA DE BRASÍLIA.

ix, 78 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Ambiental, 2021)
Monografia de Projeto Final – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.
1. SANEAMENTO 2. SAÚDE
3. ÁREA METROPOLITANA DE BRASÍLIA
4. GEOPROCESSAMENTO
I. ENC/FT/UnB II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, L. D. (2021). *PESQUISA EXPLORATÓRIA COM INDICADORES DE SAÚDE ASSOCIADOS AO ATENDIMENTO POR SANEAMENTO NA ÁREA METROPOLITANA DE BRASÍLIA.* Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 78 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: LARISSA DAMASCENA DA SILVA
TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL:
GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Ambiental / 2021

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

LARISSA DAMASCENA DA SILVA
damascenalarissa@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por acreditar em mim.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Tezini Minoti, pela sua humanidade, paciência e contribuição neste trabalho.

Agradeço aos participantes da banca de projeto final 1, Profa. Lenora e o Prof. Ricardo Bernardes e, da banca de projeto final 2, a Profa. Yovanka e o Dr. Gilberto, por todas a contribuições para que este trabalho fosse concluído satisfatoriamente.

Agradeço aos meus pais, Cida e Chagas, meus irmãos, Ludmila, Letícia e Joaquim, meus amados sobrinhos, Leandro, André e Theo, e toda a minha família por ser o meu alicerce e me apoiar em todos os momentos da minha vida.

Agradeço aos grandes amigos que a Universidade de Brasília me deu, os amigos da Engenharia Ambiental, em especial, Matheus e Shayan, pelos conselhos, desabafos e as muitas risadas durante a graduação. Aos amigos e amigas dos grupos do whatsapp, todos moram no meu coração.

Aos meus amigos de moradia, Jussara, Thaunna, Ana Paula, Keyla, Felipe e Robson, obrigada pelas muitas vivências compartilhadas, vocês são muito especiais para mim.

Gratidão a todos, que mesmo não sendo citados, me ajudaram de alguma forma, apoiando e estimulando a concluir esta etapa traçada por mim e alcançada com a colaboração de muitos.

RESUMO

O objetivo deste estudo consiste em analisar espacialmente a variabilidade dos indicadores de saúde associados ao atendimento por saneamento básico na Área Metropolitana de Brasília (AMB) por meio de geoprocessamento, no período de 2007 a 2019. Utilizou em sua metodologia a análise espaço-temporal a partir de operações e ferramentas de um Sistema de Informações Geográficas para organizar, cruzar e sobrepor os dados de saneamento do SNIS e dados de saúde do SINAN para compreender a relação entre saúde e saneamento na região. A partir dos resultados das análises da associação de dengue e leptospirose com a cobertura de saneamento, não foi possível verificar se de fato a relação saúde-saneamento se estabelece nessa região. Era esperado que as maiores taxas das doenças estivessem em municípios com baixos índices de atendimento, porém essa relação ocorreu somente para o município de Padre Bernardo. Este estudo é o primeiro a analisar a associação espacial entre a cobertura de saneamento básico e saúde na Área Metropolitana de Brasília. Apesar de os resultados deste estudo não conseguirem estabelecer a associação entre o índice de atendimento em saneamento básico e a ocorrência das doenças analisadas, eles mostram que existem muitas diferenças nos indicadores de saneamento na região e evidencia a necessidade de diminuição das desigualdades na cobertura dos serviços de saneamento básico, visando à melhoria das condições de saúde da população.

Palavras-chave: Saneamento. Saúde. Área Metropolitana de Brasília. Geoprocessamento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1

2. OBJETIVOS 3

2.1. OBJETIVO GERAL 3

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

3.1. HISTÓRICO DO SANEAMENTO NO BRASIL 4

3.2. SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL 7

3.2.1. Abastecimento de Água 7

3.2.2. Esgotamento Sanitário 8

3.2.3. Manejo de Resíduos Sólidos 9

3.2.4. Drenagem Urbana 11

3.3. IMPACTOS RESULTANTES DA AUSÊNCIA OU PRECARIDADE DE SANEAMENTO NA SAÚDE 13

3.4. INDICADORES 20

3.5. ANÁLISE ESPACIAL E GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO ESTUDOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL 21

4. METODOLOGIA 24

4.1. DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 25

4.2. ÁREA METROPOLITANA DE BRASÍLIA 25

4.3. LEVANTAMENTO DE DADOS 31

4.3.1. SNIS 32

4.3.2. SINAN 32

4.3.3. TRATAMENTO DOS DADOS 33

4.4. ANÁLISE ESPACIAL DOS DADOS COM GEOPROCESSAMENTO 34

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 37

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 57

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58

APÊNDICE 1 66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação espacial dos municípios participantes do SNIS-AP (2019), segundo os tipos de sistemas de drenagem urbana. 12
Figura 2 - Modelo de efeitos diretos na saúde e no meio ambiente provenientes da implementação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário 17
Figura 3 - Fluxograma das etapas metodológicas do trabalho. 24
Figura 4 - Mancha urbana da área metropolitana de Brasília. 26
Figura 5 - Mancha urbana da área metropolitana de Brasília. 27
Figura 6 - Total e percentual da população de cada município da PMB que utiliza hospitais no DF. 28
Figura 7 - Percentual de domicílios atendidos pela rede geral de abastecimento de água no Distrito Federal 30
Figura 8 - Percentual de domicílios atendidos pela rede geral de esgotamento sanitário no Distrito Federal 31
Figura 9 - Fluxograma para obtenção dos mapas temáticos 36
Figura 10 - Porcentagem da população atendida com abastecimento de água na AMB. 37
Figura 11 - Porcentagem da população atendida com esgotamento sanitário na AMB. 38
Figura 12 - Porcentagem da população atendida com coleta de resíduos na AMB. 39
Figura 13 - Porcentagem da população atendida com coleta de resíduos na AMB. 39
Figura 14 - Porcentagem da população atendida com coleta de resíduos na AMB. 40
Figura 15 -Mapas temáticos do Índice da População Atendida com Abastecimento de Água e Taxa de Ocorrência de Dengue/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019. ... 47
Figura 16 - Mapas temáticos do Índice da População Atendida com Esgotamento Sanitário e Taxa de Ocorrência de Dengue/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019. ... 48
Figura 17 - Mapas temáticos do Taxa da População Atendida com Coleta de Resíduos e Taxa de Ocorrência de Dengue/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019. 49
Figura 18 - Mapas temáticos do Taxa da População Atendida com Coleta de Resíduos e Taxa de Ocorrência de Leptospirose/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019. 53
Figura 19 - Mapas temáticos do Índice da População Atendida com Esgotamento Sanitário e Taxa de Ocorrência de Leptospirose/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019. 54
Figura 20 - Mapas temáticos do Taxa da População Atendida com Coleta de Resíduos e Taxa de Ocorrência de Leptospirose/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019. 55

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) 14
Quadro 2 - O impacto do saneamento deficiente na saúde 15
Quadro 3 - Variáveis relacionadas ao setor de saneamento 34
Quadro 4 - Variáveis relacionadas à saúde 34

Tabela 1 - Níveis de atendimento com água dos municípios cujos prestadores de serviço são participantes do SNIS em 2019, segundo macrorregião geográfica e Brasil..... 8
Tabela 2 - Níveis de atendimento com esgoto dos municípios cujos prestadores de serviço são participantes do SNIS em 2019, segundo região geográfica e Brasil 9
Tabela 3 - Estimativa do atendimento do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana cujos prestadores de serviço são participantes do SNIS em 2019, segundo região geográfica e Brasil 10
Tabela 4 - Evolução da População Total da AMB – 2000 a 2020 27

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

AMB	Área Metropolitana de Brasília
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BNH	Banco Nacional da Habitação
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CESB	Companhias Estaduais de Saneamento Básico
CODEPLAN	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
DMAPU	Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas
DRSAI	Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasil Geografia e Estatística
IMIP	Instituto Materno Infantil de Pernambuco
OMS	Organização Mundial da Saúde
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento Básico
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento
PMB	Periferia Metropolitana de Brasília
RDO	Resíduo Domiciliar
RIDE-DF	Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SNIS-AE	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Água e Esgoto
SNIS-AP	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Águas Pluviais
SNIS-RS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Resíduos Sólidos

1. INTRODUÇÃO

O acesso à água potável e ao saneamento básico foram reconhecidos como direito humano pela Organização das Nações Unidas (ONU), a qual declara que *"o direito a uma água potável, limpa, de qualidade e a instalações sanitárias é um direito humano, indispensável para gozar plenamente do direito à vida"* (ONU, 2010).

O saneamento básico no Brasil, apesar dos avanços nas décadas de 2000 e 2010, ainda possui muitos déficits no seu atendimento, se tornando um desafio aos gestores e administradores públicos. Segundo dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), 83,7% da população é atendida com abastecimento de água no país. O índice de atendimento total com rede de esgotos no Brasil apresenta uma insuficiência muito maior, com uma média de 54,1% da população atendida com esse serviço. Com relação aos resíduos sólidos, encontram-se sem coleta no país cerca 18 milhões de habitantes, sendo que a maior parte desse déficit encontra-se na zona rural. Os dados sobre drenagem no país são muito recentes, segundo o último levantamento do SNIS existem 15,1% de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana.

O saneamento de qualidade é essencial para a saúde, desde a prevenção de infecções até a melhoria e manutenção do bem-estar mental e social. A universalização do acesso aos serviços de saneamento causa impacto sobre diversos aspectos à sociedade. A influência do saneamento na saúde já foi estudada por diversos autores e foi constatado que há progresso dos indicadores de saúde, com a melhoria da cobertura por serviços de saneamento básico. De acordo com FUNASA (2015), o risco à saúde pública está ligado a fatores possíveis e indesejáveis que podem ocorrer em áreas urbanas e rurais, e que podem ser diminuídos ou eliminados com a implantação e o uso correto de serviços de saneamento.

A ausência ou a precariedade do saneamento também podem influenciar nos indicadores de educação, afetando a frequência e o rendimento escolar dos alunos. Estudos do Instituto Trata Brasil (Trata Brasil, 2014), identificaram que o acesso aos serviços de saneamento pode influenciar no desempenho escolar, com um índice de reprovação menor para aqueles que possuem saneamento.

O mercado de trabalho e a renda dos trabalhadores também podem ser influenciados pela ausência de saneamento, no qual os trabalhadores podem estar mais expostos às doenças

causadas pela falta de saneamento, sendo capaz de afetar a produtividade, o que pode influenciar no exercício da sua profissão e afetar a renda.

A Área Metropolitana de Brasília (AMB) é uma das mais importantes regiões de desenvolvimento brasileiras, com o Distrito Federal e mais 12 municípios de Goiás. Com exceção do Distrito Federal, os municípios da região possuem realidades muito parecidas, com grandes déficits nos serviços de saneamento, resultantes da ocupação desordenada e falta de investimentos nesse setor.

Em função das diferenças sociais, marcadamente espaciais, da Área Metropolitana de Brasília, Schvarsberg (2017) apresenta a demanda existente aos pesquisadores, gestores públicos em diferentes níveis e aos diversos atores e segmentos sociais, relacionada à compreensão das lógicas que contribuíram para um processo de metropolização desigual e à necessidade de reversão da situação, com a adoção de estratégias que levem ao surgimento de uma AMB socialmente mais justa e ambientalmente menos desequilibrada.

Como forma de ampliar o entendimento sobre a situação atual, as diferenças existentes entre o Distrito Federal e os municípios que compõem a AMB, surge a necessidade de investigação da relação entre a condição de saneamento básico e os impactos na saúde das populações. O presente trabalho foi estruturado como um estudo de caráter exploratório para o entendimento dessa relação, de sua distribuição no espaço da Área Metropolitana de Brasília (DF/GO).

Quanto à organização, o trabalho está estruturado com base nos seguintes capítulos: (2) objetivos gerais e específicos; (3) fundamentação teórica e revisão bibliográfica; (4) materiais e métodos; (5) resultados; (6) conclusão e, por último, as referências bibliográficas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a variabilidade espacial dos indicadores de saúde associados ao atendimento por saneamento na Área Metropolitana de Brasília (AMB) por meio de geoprocessamento.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a cobertura de Saneamento Básico na AMB utilizando dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2007 a 2019;

- Analisar a ocorrência dos casos de Dengue e Leptospirose na AMB do período de 2007 a 2019, utilizando dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN);

- Realizar uma análise espacial do conjunto de indicadores epidemiológicos selecionados para avaliação dos efeitos dos serviços de saneamento na AMB.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. HISTÓRICO DO SANEAMENTO NO BRASIL

A definição da OMS para o saneamento é "*o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem-estar físico, mental ou social*". Este conceito é de conhecimento geral, no entanto são encontrados muitos outros significados, denotando a incapacidade de conceituar de uma única forma.

A definição de saneamento pela sociedade é desenvolvida ao longo da história da humanidade, de acordo com as condições materiais e sociais de cada época, da evolução do conhecimento e de seu domínio pela população. O entendimento sobre saneamento tem conteúdos distintos em cada cultura, devido a associação existente entre homem-natureza e além disso em diferentes classes sociais, estando relacionado, em tal caso, a situação em que vivem e ao nível de informação e conhecimento (MORAES e BORJA, 2007).

No período colonial brasileiro, que vai desde a sua descoberta até o começo do século XIX, a economia no país era baseada na exploração dos recursos naturais, como o pau-brasil e o ouro, por exemplo. Poucos exemplos existem sobre saneamento nas cidades. Os engenhos de moagem da cana de açúcar, pela necessidade de água fez surgir os primeiros aquedutos rurais. As plantações de café, por sua vez, exigiam a instalação de canalizações de água para a lavagem dos grãos (REZENDE e HELLER, 2008).

Segundo Murtha, Castro e Heller (2015), começaram a surgir ações urbanísticas nas cidades de Pernambuco e Rio de Janeiro, no século XVII, que iriam marcar as ações por parte do poder público na área do saneamento. Uma das mais importantes obras do Brasil Colônia, foi a canalização das águas do rio Carioca para abastecimento de água, na cidade do Rio de Janeiro, conhecido como o Aqueduto da Carioca e chafarizes.

De acordo com Rezende e Heller (2008), com a chegada da Família Imperial ao Rio de Janeiro, em 1808, aconteceram diversas transformações urbanísticas na cidade e, consequentemente, em outras cidades brasileiras. Os serviços de infraestrutura, de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, até meados do século XIX, não evidenciam nenhum modelo organizado de prestação de serviços e as intervenções sanitárias não constituem políticas públicas ou ações duradouras, ficando restritas a áreas isoladas.

A partir de meados do século XIX avançavam as epidemias trazidas da Europa, como a peste bubônica. Também acontecia o deslocamento da população das pequenas comunidades rurais para os centros urbanos em formação, o que criou condições propícias às doenças epidêmicas. Nessa época, merece destaque o engenheiro Saturnino Brito, considerado o pai da Engenharia Sanitária e Ambiental no país, que ficou à frente de algumas comissões sanitárias, atuando na elaboração de projetos e obras de sistemas de distribuição de águas e coleta de esgotos em várias cidades brasileiras (NUNES e DIAZ, 2020).

Segundo Rezende e Heller (2008), os primeiros serviços de saneamento no Brasil surgem como resposta à falta de infraestrutura urbana. Nos maiores centros urbanos do país, o Estado muitas vezes delegou a prestação de serviços públicos a concessionárias estrangeiras, incluindo o abastecimento de água e o esgotamento sanitário. A má experiência com as companhias privadas de saneamento, justamente quando as ações de saúde pública se tornavam mais abrangentes, fez com que a partir da década de 1910 o Estado tivesse um papel mais centralizador e começassem a surgir políticas sociais de âmbito nacional como resposta às diversas pressões populares por melhorias na qualidade dos serviços prestados por empresas privadas.

De acordo com Santos *et al.* (2018) a partir da década de 50, em decorrência do crescimento da migração da população do campo para a cidade e da expansão desordenada dos centros urbanos, os imigrantes começaram a viver em áreas insalubres, que facilitavam a propagação de doenças e perda da qualidade de vida desses habitantes.

Nesse mesmo período, segundo Rezende e Heller (2008), as discussões acerca dos rumos do País permearam todas as camadas da sociedade, havendo interesse quanto à definição das políticas de saneamento, especialmente quanto ao modelo de gestão e de financiamento. Apesar das discussões terem cessado com o golpe militar de 1964, as ideias já haviam sido consolidadas, sendo levadas adiante pelos governos militares.

Na década de 1970, o governo federal reorganiza o setor de saneamento por meio da implementação do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANASA), buscando solucionar o déficit em abastecimento de água e esgotamento sanitário gerado pelo crescimento populacional acelerado nas cidades a partir de meados da década de 1960. O PLANASA cria as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB), resultando em 26 companhias regionais. Os municípios foram marginalizados, excluídos do processo de

aplicação dos recursos para saneamento e sendo, por isso, obrigados a repassarem a concessão desses serviços às CESBs. Na década de 1980 o PLANASA entra em decadência, com a extinção do Banco Nacional da Habitação (BNH) em 1986, seu principal financiador. A política de saneamento fica indefinida até a primeira década do século XXI (REZENDE e HELLER, 2008).

Em 1988, nova ordem jurídica, assentada na Constituição Federal, define o Brasil como um estado democrático de direito, proclama a saúde direito de todos e dever do Estado, estabelecendo canais e mecanismos de controle e participação social para efetivar os princípios constitucionais que garantem o direito individual e social (FUNASA, 2017).

As principais normas que regulam o setor de saneamento estão representadas pela Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no país e no seu art. 52 determina a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). A lei estabelece o conceito de saneamento básico como:

O conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

> *a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;*
> *b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;*
> *c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;*
> *d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbana*
> *(BRASIL, 2007).*

O Plansab tem importância estratégica para o Brasil, ao disciplinar o processo de tomada de decisões na política pública setorial para os próximos 20 anos e ao se colocar como referência para os planos locais, a serem elaborados por determinação legal (SILVEIRA, HELLER e REZENDE, 2013). Após Consulta Pública e discussão com os Conselhos Nacionais, o Plano Nacional de Saneamento Básico foi publicado em 2014.

Recentemente, foi aprovado o novo marco legal para o setor de saneamento básico, na forma da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, a qual alterou uma série de dispositivos legais, particularmente o marco legal anterior, dado pela Lei nº 11.445/2007. Com o novo marco a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) passará a editar normas de referência sobre o serviço de saneamento (BRASIL, 2020).

O novo marco na prática incentiva a privatização do setor de saneamento, Léo Heller, Relator Especial para os Direitos Humanos à Água Potável e ao Esgotamento Sanitário e pesquisador da Fiocruz Minas tem se manifestado de maneira crítica, apontando que a situação tão desigual do país dificulta o atingimento das metas de universalização. *"No processo de licitações poderá haver uma seletividade das prestadoras de serviço. Em áreas em que o ponto de partida for muito baixo, como em municípios das regiões Norte e Nordeste, o processo licitatório pode ficar vazio"*, explica o relator (FIOCRUZ, 2020).

3.2. SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

3.2.1. Abastecimento de Água

De acordo com Fundação Nacional de Saúde (2015), a implantação ou ampliação dos serviços de abastecimento de água resulta em uma rápida e sensível melhora na saúde pública e nas condições de vida de uma comunidade, através do controle e prevenção de doenças, da promoção de hábitos higiênicos, da melhoria da limpeza pública, do desenvolvimento de esportes, entre outros.

Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, elaborado com base nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, de 2019, um total de 92,9% da população urbana do país era atendida por rede de abastecimento de água, com um atendimento total de 83,7% da população, a Tabela 1 apresenta esses índices.

O SNIS alerta que os dados apresentados em seu diagnóstico, se referem ao atendimento de abastecimento de água para a população feito exclusivamente por redes públicas, portanto não inclui soluções individuais como, por exemplo, poço ou nascente.

Tabela 1 - Níveis de atendimento com água dos municípios cujos prestadores de serviço são participantes do SNIS em 2019, segundo macrorregião geográfica e Brasil

Região	**Índice de atendimento por rede de abastecimento de água (%)**	
	Total	Urbano
Norte	57,5	70,4
Nordeste	73,9	88,2
Sudeste	91,1	95,9
Sul	90,5	98,7
Centro-Oeste	89,7	97,6
Brasil	83,7	92,9

Fonte: SNIS - AE (2019).

Dentre as regiões do país, a que apresenta o menor índice de cobertura é a Norte. A região encontra-se com um índice de cobertura bem distante dos observados nas demais, o que evidencia a necessidade de se aprimorar a política de saneamento desenvolvida nos estados, bem como de se ampliar os investimentos visando a aumentar a parcela da população que atualmente conta com esse serviço.

3.2.2. Esgotamento Sanitário

O tratamento e a disposição final adequada dos esgotos são intervenções fundamentais para o gerenciamento do ciclo do uso da água, incluindo o planejamento, projeto, execução e controle das obras necessárias para a manutenção da qualidade da água desejada em função dos seus diversos usos (FUNASA, 2015).

Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos com base nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, de 2019, o índice de atendimento total com rede de esgotos do país era igual a 54,1%. Já o índice de atendimento urbano com rede de esgotos era de 61,9%, como mostrado na Tabela 2, segundo macrorregião geográfica e Brasil.

O indicador médio nacional de tratamento dos esgotos gerados, que representa a parcela dos esgotos gerados que é tratada, foi de 49,1% em 2019, mostrando que menos da metade dos

esgotos gerados no país tiveram tratamento. O índice médio de tratamento dos esgotos coletados, que representa a parcela do volume de esgotos tratado em relação ao volume de esgotos coletado, foi de 78,5% em 2019, indicando que uma parcela considerável de esgoto ainda é disposta de forma irregular, o que pode comprometer a qualidade dos corpos hídricos.

Tabela 2 - Níveis de atendimento com esgoto dos municípios cujos prestadores de serviço são participantes do SNIS em 2019, segundo região geográfica e Brasil

Região	**Índice de atendimento por rede de coleta de esgotos (%)**		**Índice de tratamento dos esgotos (%)**	
			Esgotos gerados	**Esgotos coletados**
	Total	Urbano	Total	Total
Norte	12,3	15,8	22,0	82,8
Nordeste	28,3	36,7	33,7	82,7
Sudeste	79,5	83,7	55,5	73,4
Sul	46,3	53,1	47,0	94,6
Centro-Oeste	57,7	63,6	56,8	93,2
Brasil	54,1	61,9	49,1	78,5

Nota: O índice de tratamento de esgotos gerados estima-se o volume de esgoto gerado como sendo igual ao volume de água consumido, excluindo-se o volume de água tratada exportado
Fonte: SNIS - AE (2019).

O SNIS 2019 faz uma ressalva para a interpretação dos indicadores de atendimento de esgotos:

> *"Os valores devem ser utilizados com cautela, uma vez que podem mascarar a situação do tratamento dos esgotos em determinado local, se mal compreendidos. Por exemplo, assumindo-se a situação em que determinado município gere 100 m³ de esgotos ao ano, colete 10 m³/ano e trate os mesmos 10 m³/ano que coleta. Para esse município, o resultado será 100%, uma vez que ele trata todo o esgoto que coleta. Em um segundo exemplo, tem-se o caso de um município que, anualmente, gera 100 m³, coleta todos os 100 m³, mas trata somente 10 m³. Para esse município, o resultado será 10%, uma vez que ele trata somente 10% de todo o esgoto que é coletado"*
> *(SNIS - AE, 2019)*

3.2.3. Manejo de Resíduos Sólidos

Segundo Funasa (2015) a disposição final incorreta de resíduos sólidos tem sido responsável por diversos impactos. O manejo adequado dos resíduos sólidos requer extremo cuidado

desde a sua produção até a destinação final, necessitando da participação da população em todas as etapas do processo.

Com relação a situação dos resíduos sólidos no país o SNIS divulgou sua última atualização do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, ano de referência 2019, com os dados que permitem identificar o comportamento dos serviços de manejo de resíduos sólidos nos municípios brasileiros, a partir das informações prestadas e indicadores calculados.

Em termos de população total atendida com o serviço de coleta de Resíduo Domiciliar - RDO, o SNIS estima que aproximadamente 192 milhões de habitantes possuem atendimento. Deste total estima-se que cerca de 175 milhões são de população urbana. A Tabela 3, mostra quais são as distribuições dos déficits do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana, segundo as regiões geográficas do Brasil, no ano de 2019.

Tabela 3 - Estimativa do atendimento do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana cujos prestadores de serviço são participantes do SNIS em 2019, segundo região geográfica e Brasil

Região	População urbana IBGE	Taxa de cobertura (%)	População urbana atendida estimada
Norte	13.606.102	97,46	13.260.507
Nordeste	41.971.407	97,65	40.985.079
Sudeste	82.276.710	99,23	81.643.179
Sul	25.642.279	99,25	25.449.962
Centro-Oeste	14.515.251	98,82	14.343.971
Brasil	178.011.749	98,77	175.682.698

Fonte: SNIS - RS, 2019

A partir dos dados é possível notar que o percentual mais elevado de atendimento no serviço de coleta, em relação à população urbana, é encontrado para a região Sul, que corresponde a 99,25%. A região Norte é que apresenta o menor valor no atendimento, com 97,46% da população urbana atendida.

Segundo o SNIS - RS (2019), aproximadamente 18 milhões de habitantes encontram-se sem atendimento desse serviço no país, a maior parte se encontra na zona rural, estima-se que o déficit de cobertura do serviço de coleta domiciliar da população urbana seja de 2,3 milhões de habitantes, conclui-se existir um contingente estimado de 15,7 milhões de habitantes rurais sem atendimento.

A região Nordeste, de acordo com SNIS - RS (2019), é onde se concentra a maior insuficiência do serviço regular de coleta domiciliar na zona rural, com cerca de 45,1% da população rural do país, sendo a região com a maior número de habitantes em área rural no Brasil, em torno de 47%. A seguir aparecem as regiões Sudeste, Norte e Sul, com percentuais entre 14,6% e 17,5%; e, por último, a região Centro-Oeste apresenta 6,4% do déficit nacional rural. Este montante de população rural não atendida, quando regionalizado, realça a elevada desigualdade de cobertura do serviço regular de coleta domiciliar especialmente na região Nordeste do país.

3.2.4. Drenagem Urbana

Os impactos negativos ocorridos pela ausência ou precariedade de sistema de drenagem se manifestam nas formas de empoçamento, inundações, erosões e assoreamentos, e terão suas soluções alcançadas a partir da compreensão integrada do ambiente urbano e das relações entre os sistemas. Essas soluções dependem da atuação abrangente por parte dos responsáveis pelo setor de drenagem urbana que, necessariamente, deverá envolver aspectos legais, institucionais, tecnológicos e sociológicos (FUNASA, 2015).

Os índices sobre drenagem no país ainda são muito recentes, segundo o SNIS - Águas Pluviais de 2019, que traz informações sobre os serviços de Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (DMAPU), há um percentual de 62,8% das vias públicas com pavimentação e meio-fio na área urbana e de 15,1% de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana. Um fato importante a ser destacado é que 27,0% dos municípios, afirmam que não realizam nenhum tipo de intervenção ou manutenção em seus sistemas de DMAPU.

Quanto ao tipo de sistema de drenagem urbana adotado, 22,5% dos municípios operam o sistema drenagem em modelo unitário, misto com esgotamento sanitário, mas 54,3% dispõe de sistema exclusivo.

Segundo SNIS-AP (2019), pesquisas realizadas sobre a origem da poluição hídrica em áreas urbanizadas, no Brasil, demonstram que a maior parcela das cargas poluidoras atinge os rios urbanos pela rede de drenagem e têm como origem, mesmo em sistema separadores, os esgotos sanitários (decorrentes principalmente de ligações cruzadas e perdas na rede de esgotos) e a poluição difusa. A representação espacial dos tipos de sistemas de drenagem adotados pelos municípios participantes da pesquisa pode ser visualizada na Figura 1.

O maior percentual de ocorrência de sistemas unitários é nas Regiões Sul (27,7%) e Nordeste (27,5%). Em relação aos sistemas exclusivos, as Regiões Sudeste (67,2%) e Centro-Oeste (67,2%) são as que possuem os maiores percentuais de municípios com essas soluções, e, em percentuais próximos a Região Sul (63,3%).

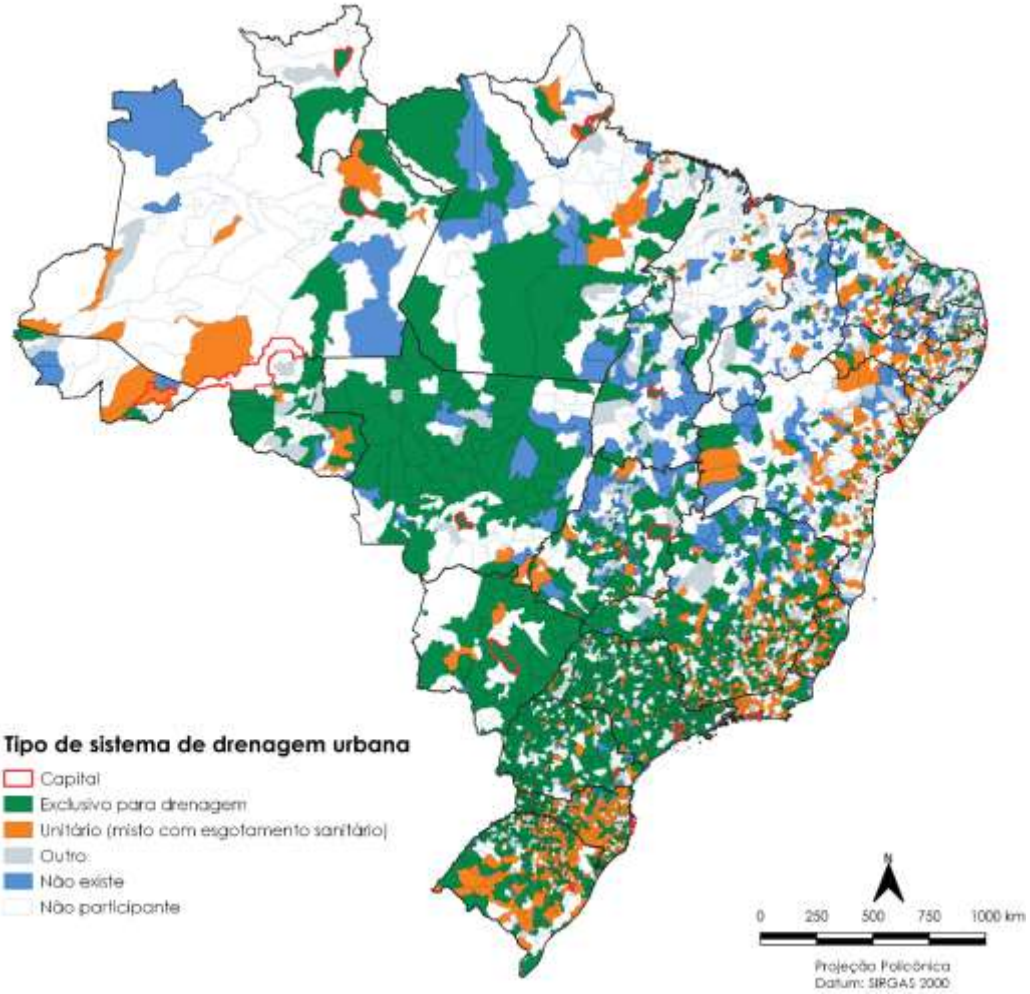


Figura 1 - Representação espacial dos municípios participantes do SNIS-AP (2019), segundo os tipos de sistemas de drenagem urbana.

Fonte: SNIS-AP (2019).

O SNIS-AP (2019) realizou o levantamento dos municípios que possuem algum tipo de tratamento de águas pluviais e identificou: 4,4% possuem tratamento de águas pluviais, 52,8% não dispõe desse sistema e 42,9% não informaram. Essas informações indicam que o controle da poluição difusa e da poluição gerada pelos esgotos presentes nas águas pluviais (vazão de tempo seco) ainda é muito pequeno.

De acordo com SNIS-AP (2019), outro fator a ser considerado na avaliação dos sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas - DMAPU, é a quantidade de pessoas

desabrigadas ou desalojadas na área urbana dos municípios devido a eventos hidrológicos impactantes, em 2019, a quantidade de pessoas desabrigadas foi de 105.142 habitantes.

3.3. IMPACTOS RESULTANTES DA AUSÊNCIA OU PRECARIDADE DE SANEAMENTO NA SAÚDE

A situação do saneamento tem reflexos imediatos nos indicadores de saúde. A Organização Mundial da Saúde (OMS) define saúde ambiental como *"o campo de atuação da saúde pública que se ocupa das formas de vida, das substâncias e das condições em torno do ser humano, que podem exercer alguma influência sobre a sua saúde e o seu bem-estar"*, onde a preservação e a proteção do meio ambiente assumem papel decisório nas medidas relativas à promoção da saúde nas populações (BRASIL, 1999).

Heller (1997) analisou uma ampla revisão da literatura existente que tratava da relação entre saneamento básico e saúde pública e concluiu que as pesquisa e trabalhos já produzidos possibilitam afirmar que há melhora dos indicadores de saúde, com a melhoria da cobertura por serviços de saneamento básico – abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais urbanas.

A FUNASA, através de pesquisa intitulada "Impactos na saúde e no Sistema Único de Saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado", financiada pela própria FUNASA, através de convênio firmado com o Instituto Materno Infantil de Pernambuco (IMIP), estabeleceu quais são as Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). As doenças classificadas no estudo são apresentadas no Quadro 1.

Segundo a FUNASA (2010), com a escolha e classificação das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado foi buscado um entendimento mais amplo em relação ao conceito de saneamento. Explica que *"a introdução do adjetivo inadequado traz a ideia de que não é somente a falta de saneamento que deve ser considerada, mas também as maneiras como as ações de saneamento são levadas a cabo"*.

Quadro 1 - Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI)

Categoria	Doenças
Doenças de transmissão feco-oral	Diarreias Febres entéricas Hepatite A
Doenças transmitidas por inseto vetor	Dengue Febre Amarela Leishmanioses tegumentar e visceral Filariose linfática Malária Doença de Chagas
Doenças transmitidas através do contato com a água	Esquistossomose Leptospirose
Doenças relacionadas com a higiene	Doenças dos olhos Tracoma Conjuntivites Doenças da pele Micoses superficiais
Geo-helmintos e teníases	Helmintíases Teníases
Doenças infecciosas intestinais (Categoria da Classificação Internacional de Doenças)	Cólera Febre Tifoide e Paratifoide Infecções intestinais bacterianas Intoxicações alimentares bacterianas Amebíases Doenças intestinais por protozoários Doenças intestinais virais e as não especificadas Diarreias e gastroenterite de origem infecciosa presumível

Fonte: FUNASA, 2010.

A OMS lançou em 2019 a versão mais recente das Diretrizes para Saneamento e Saúde, segundo a OMS:

> *"fornecem conselhos abrangentes sobre como maximizar o impacto das intervenções de saneamento na saúde. As diretrizes resumem as evidências sobre as ligações entre saneamento e saúde, fornecem recomendações baseadas em evidências e oferecem orientação para políticas de saneamento e ações de programas internacionais, nacionais e locais. As diretrizes também articulam e apoiam o papel das autoridades de saúde na política e programação de saneamento para ajudar a garantir que os riscos à saúde sejam identificados e gerenciados de forma eficaz".*
> *(OMS, 2019)*

Nas Diretrizes foi apresentado o Quadro 2, que apresenta os impactos diretos (infecções), sequelas (distúrbios causados por uma infecção anterior) e impactos no bem-estar que o saneamento deficiente causa na saúde.

Quadro 2 - O impacto do saneamento deficiente na saúde

Impacto direto (infecções)
Infecções orais transmitidas pelas fezes Diarreia (incluindo cólera), Disenteria poliomielite, Febre tifoide, Helmintíase, Ascaridíase, Tricuríase, Ancilostomíase, Cisticercose (Taenia solium), Esquistossomose, Vermes de origem alimentar **Doenças transmitidas por insetos que atuam como vetores *** (vetores se reproduzem nas fezes ou água com contaminação fecal) Filariose linfática, Febre do Nilo Ocidental, Tracoma
Sequelas **(distúrbios causados por uma infecção anterior)**
Retardo/falha de crescimento (relacionado a episódios repetidos de diarreia, helmintíase, disfunção entérica ambiental) Consequências do atraso de crescimento (obstrução do trabalho de parto, baixo peso ao nascer) Função cognitiva prejudicada Pneumonia (relacionada à diarreia repetida em crianças desnutridas) Anemia (relacionada a ancilostomíase)
Bem-estar geral
Imediato: Ansiedade (constrangimento e desconforto de defecação a céu aberto, instalações sanitárias compartilhadas que não atendem às necessidades específicas de gênero) e consequências relacionadas Agressão sexual (e consequências relacionadas) Resultados adversos do nascimento (devido à subutilização das instalações de saúde com saneamento inadequado) **A longo prazo:** Ausência escolar Pobreza Produtividade econômica reduzida Resistência antimicrobiana

Fonte: Diretrizes para Saneamento e Saúde, OMS, 2019.

Em reportagem o jornal Folha de São Paulo, de outubro de 2019, mostrou que a ausência de saneamento é um dos principais pontos de sobrecarga do SUS, podendo levar o sistema a

gastar ao menos R $ 217 milhões por ano em internações e procedimentos ambulatoriais (CANCIAN e LADEIRA, 2019).

Segundo o jornal, os dados foram fornecidos pelo Ministério da Saúde, compreendendo ao menos 27 doenças em que a carência de saneamento aparece como fator importante para sua transmissão ou manutenção no país. Representantes do Ministério da Saúde reconhecem que o valor gasto pode ser bem superior, pois *"nem todas essas doenças são de notificação obrigatória, e o volume expressivo dos atendimentos é concentrado em unidades básicas de saúde, sem que haja registros dos dados"* (CANCIAN e LADEIRA, 2019).

Para Ferreira e Garcia (2017) a falta de saneamento básico e a precariedade dos serviços contribuem para a incidência de infecções gastrointestinais de origem infecciosa presumível. A falta de saneamento também é uma das principais causas de degradação ambiental das bacias hidrográficas brasileiras, principalmente daquelas onde estão situadas grandes metrópoles. Essa situação de carência permite a disseminação de doenças de veiculação hídrica, com impactos negativos em campos como educação, trabalho, economia, biodiversidade, disponibilidade hídrica e outros.

Segundo Souza *et al.* (2015) cerca de um quarto de todas as mortes que ocorrem em nosso planeta afeta crianças e jovens de até 15 anos de idade e é ocasionado por doenças relacionadas ao ambiente, principalmente nos países mais pobres ou entre os grupos sociais carentes da população. As diarreias correspondem a 29% do total dessas doenças.

Os indicadores epidemiológicos são fundamentais para evidenciar os impactos da existência ou ausência das obras de saneamento na saúde humana e são parâmetros imprescindíveis para a prevenção às condições adversas do ambiente que interferem na saúde e para direcionar o planejamento e a distribuição de recursos em saneamento ambiental (COSTA *et al.*, 2005).

Soares, Bernardes e Netto (2002) afirmam que o "*entendimento da transmissão das doenças relacionadas com o saneamento passa a constituir um instrumento de planejamento das ações, com vistas a considerar de forma mais adequada seus impactos sobre a saúde do homem*", em seu trabalho apresentam diversas doenças que possuem relação com a falta de saneamento ambiental como a cólera, febre tifoide, leptospirose, esquistossomose, malária, dengue, febre amarela, diarreia, leptospirose, entre outras, e evidenciam que a "*implementação integrada e a correta manutenção e operação de sistemas de abastecimento*

de água e de esgotamento sanitário, constituem a melhor forma de controle dessas doenças em um longo prazo".

Em seu estudo, os autores identificaram os efeitos, positivos e negativos, resultantes da implementação dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário que causam benefícios à saúde pública e ao meio ambiente, mostrado na Figura 2.

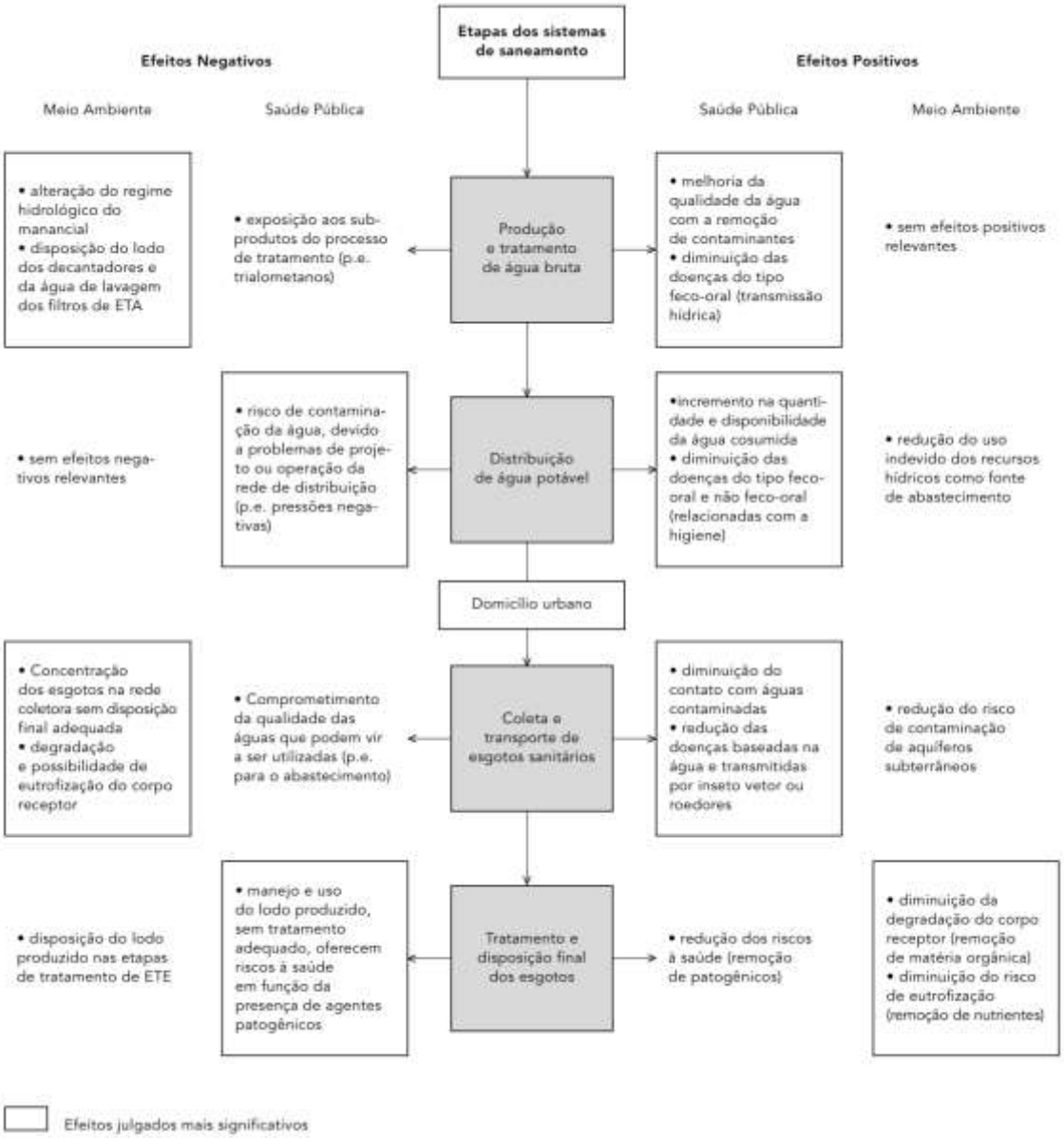


Figura 2 - Modelo de efeitos diretos na saúde e no meio ambiente provenientes da implementação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário
Fonte: Soares, Bernardes e Netto (2002).

Os autores evidenciam a importância do saneamento nos diferentes cenários. Entretanto, afirmam que:

> *"existem diferentes dimensões, em níveis crescentes de complexidade, a serem consideradas na definição de uma solução apropriada, como a econômica, financeira, social, institucional e a política, o que torna mais difícil, ainda, o desenvolvimento de um modelo de planejamento em saneamento".*
> *(SOARES, BERNARDES e NETTO, 2002)*

Em seu estudo Heller (1998) apresenta diversos modelos de efeitos que tentam estabelecer a relação da ausência do saneamento com a ocorrência de doenças, muitos autores procuram estabelecer a complexidade dessa relação, explicando a influência sobre indicadores específicos, como a diarreia, ou sobre medidas mais abrangentes de saúde, como a mortalidade infantil ou a expectativa de vida. Além disso, a discussão sobre efeitos da intervenção do saneamento a curto e a longo prazos na saúde são também encontrados.

De acordo com Massa e Chiavegatto Filho (2020) a baixa cobertura nos serviços de esgotamento sanitário, de abastecimento de água e de coleta de resíduos sólidos pode ser fator prejudicial à autoavaliação de saúde, mesmo após se considerar o efeito das características individuais e contextuais. Os resultados referentes às 27 capitais do maior país da América Latina sugerem a necessidade de diminuição das desigualdades na cobertura dos serviços de saneamento básico, visando à melhoria da autopercepção das condições de saúde da população.

Estudar os efeitos do acesso aos serviços de saneamento básico sobre os indicadores educacionais, por meio do impacto que tal acesso, ausência ou precariedade pode gerar na saúde da população em idade escolar e influenciar no seu desenvolvimento ao longo dos anos é fundamental para a sociedade. Scriptore, Azzoni e Menezes Filho (2018) destacam a grande relevância da educação "tanto para o crescimento econômico de longo prazo quanto para obtenção de resultados individuais em termos de rendimentos salariais no futuro".

A frequência escolar é um fator que interfere nos níveis educacionais de crianças e jovens, Pontili e Kassouf (2007) alertam para a importância do aumento da frequência escolar e permanência das crianças na escola, para a melhora do nível médio de escolaridade do país,

e ressalta ainda "*que tanto a frequência, quanto o atraso escolar variam de acordo com a realidade socioeconômica dos estados e regiões*".

De acordo com Banerjee e Duflo (2011), um dos possíveis motivos para o abandono escolar infantil em diversos países do mundo, junto com o baixo incentivo dos pais para permanência das crianças na escola, está o desânimo das mesmas em frequentarem as escolas, que pode estar associado a um estado de saúde deteriorado.

Miguel e Kremer (2004) em um estudo do tratamento contra helmintos em setenta e cinco escolas primárias rurais quenianas encontraram uma relação com o estado de saúde destas crianças para explicar a evasão escolar. O estudo realizado indicou impacto positivo da medicação contra helmintos intestinais, alojados em crianças, sobre a participação escolar.

Segundo Prado *et al*. (2001) as infecções parasitárias estão entre as mais disseminadas que afetam crianças em idade escolar que vivem em áreas pobres dos centros urbanos. Para Trata Brasil (2008), a permanência na escola correlacionada ao saneamento é mais significativa para a primeira infância, um período considerado mais sensível, pois é nessa fase que as doenças de saneamento fazem mais vítimas e é uma etapa indispensável para o desenvolvimento das habilidades tanto cognitivas como não cognitivas das crianças.

Prado *et al*. (2001) também alerta quanto à sensibilidade das crianças expostas à essas condições. Além dos efeitos patológicos diretos destes parasitas, as infecções helmínticas exercem uma considerável influência sobre o crescimento, estado nutricional e função cognitiva de estudantes de países subdesenvolvidos.

Schady (2006) reforça tais conclusões, ao destacar que os prejuízos causados pelo desenvolvimento inadequado nas idades iniciais das crianças, podem ser duradouros, afetando não apenas o desempenho escolar infantil, mas também emprego, salário, criminalidade e a integração social de adultos.

A falta de saneamento causa efeitos em diversos setores, até mesmo sobre o mercado de trabalho, os trabalhadores mais suscetíveis a doenças causadas pela falta de saneamento têm a saúde mais debilitada e, com isso, um desempenho produtivo pior, o que pode acabar afetando a carreira profissional e uma possível renda que eles podem obter no mercado de trabalho (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

De acordo com o estudo “Benefícios Econômicos e Sociais da Expansão do Saneamento no Brasil”, divulgado em 2018 pelo Instituto Trata Brasil em parceria com a EX ANTE Consultoria Econômica, com base nos micro dados da Pesquisa Nacional de Saúde de 2013, os quais detalham um conjunto amplo de informações sobre as pessoas e suas moradias e a ocorrência, ou não, de afastamentos, constatou-se que a probabilidade de ocorrência de um afastamento das atividades cotidianas por motivos de diarreia ou vômito estava negativamente correlacionada ao acesso aos serviços de coleta de esgoto e de água tratada, ou seja, quanto maior o acesso a esses serviços, menor a probabilidade de afastamento por doença gastrointestinal.

As reduções da incidência e da gravidade das doenças infecciosas gastrointestinais têm efeitos sobre a economia que vão além da redução de despesas na área da saúde e dos desperdícios com os dias não trabalhados, algo que eleva os custos das atividades econômicas no país. A melhoria da saúde eleva de forma sistemática a produtividade dos trabalhadores (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

O saneamento é um serviço que causa impacto na vida dos indivíduos de forma direta e visível. Isto acontece, pois, ligados às práticas de saneamento estão questões de habitação, alimentação, saúde e condições de trabalho, isto é, elas atingem todas as esferas necessárias da vida do ser humano (FERREIRA e GARCIA, 2017).

Segundo Heller (1998) a relação entre saneamento e desenvolvimento é evidente. Geralmente, países com maior grau de desenvolvimento possuem menores carências de atendimento de suas populações por serviços de saneamento e países com melhores coberturas por saneamento têm populações mais saudáveis, o que já constitui um indicador de nível de desenvolvimento.

Fundamentando-se neste princípio podemos classificar o saneamento básico como um serviço indispensável à vida e, portanto, um direito humano. Pela Resolução A/RES/64/292 de 28 de julho de 2010 da Assembleia Geral das Nações Unidas, reconheceu-se o direito à água e ao saneamento “para o pleno gozo do direito à vida” (Nações Unidas, 2010).

3.4. INDICADORES

Segundo Magalhães Jr *et al.* (2003) os indicadores são informações que se apresentam a partir das medidas de elementos e fenômenos da realidade. Quantificar as informações, com

base em parâmetros de referência, pode tornar a sua interpretação mais clara e facilitar a comunicação.

Os indicadores não são informações explicativas ou descritivas, mas pontuais, no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permite o acompanhamento dinâmico da realidade. Os indicadores são instrumentos importantes para a melhoria da qualidade de informações existentes, indicar falhas de dados e auxiliar na decisão de prioridades de gestão (MAGALHÃES JR, 2007).

Para Barreto (2016) os indicadores são informações fundamentais nas atividades que visam o monitoramento e avaliação em organizações, assim como em projetos, programas e políticas, pois permitem acompanhar o alcance das metas, identificar avanços, melhorias de qualidade, correção de problemas, necessidades de mudanças, entre outros objetivos.

De acordo com Castro (2007) a principal finalidade dos indicadores é de ajudar e otimizar o processo de tomada de decisão em diversos níveis. Os usuários dos indicadores podem distinguir questões socialmente, geograficamente ou culturalmente, de acordo com a escala do objeto de estudo. Um dos principais pontos a serem considerados na criação e no desenvolvimento dos indicadores consiste que eles sejam apropriados, aceitáveis e conclusivos aos olhos dos atores sociais envolvidos que são afetados pela decisão em análise

3.5. ANÁLISE ESPACIAL E GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO ESTUDOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Conseguir entender como os eventos se distribuem de maneira espacial constitui atualmente um importante elemento de informação no estudo da estrutura e da dinâmica dos fatores indicativos do desenvolvimento socioambiental de uma região (CÂMARA, GILBERTO *et al.*, 2004). A análise espacial pode auxiliar nessa compreensão. O ponto principal da análise espacial é incorporar o espaço à análise a que se deseja fazer (SANTOS E RAIA JR, 2006).

A análise espacial compreende uma variedade de técnicas, nas quais se pode utilizar diversas abordagens analíticas aplicadas a diferentes áreas do conhecimento. Santos e Raia Jr (2006) classificam como o estudo quantitativo de fenômenos que são possíveis de serem localizados no espaço e destacam que os seus processos possibilitam descrever e visualizar as distribuições espaciais globais e locais, descobrir padrões de associação espacial, sugerir instabilidades espaciais e identificar situações atípicas.

Câmara *et al*. (2004) usam como exemplo para explicar a análise espacial o caso estudado por John Snow em Londres, em 1854, que se refere a uma grave epidemia de cólera, doença para a qual na época não era conhecida a forma de contaminação. Como uma das estratégias para lidar com o problema, foi identificada no mapa da cidade a localização exata dos doentes de cólera e dos poços de água. Com a espacialização dos dados, percebeu-se que a maioria dos casos estava concentrada em torno dos poços. Como consequência, estes foram lacrados, desta forma contribuindo para acabar com a epidemia

Muitos dados de uso comum possuem uma referência espacial que pode ser analisada estatisticamente. Entretanto, a característica fundamental da análise espacial é o uso explícito da referência geográfica no processo de coleta, análise e descrição dos dados. Desta forma, a análise espacial está centrada nos processos que ocorrem no espaço, buscando descrever e analisar como interagem e se correlacionam esses processos (KREMPI, 2004).

Segundo Barcelos *et al*. (1998), os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm sido aplicados como método de consolidação e estudo de diversas bases de dados sobre saúde e ambiente. O SIG permite a captura, armazenamento, manipulação, análise e visualização de dados georreferenciados.

Para Rodrigues (2011), a utilização do SIG auxilia na gestão de dados, sendo um meio de representar corretamente um determinado grupo de informações que são necessárias para a tomada de decisões com relação ao saneamento. Essas representações frequentemente são os produtos cartográficos denominados mapas temáticos que caracterizam a organização da paisagem como base para o estabelecimento de estudos futuros.

Em seu trabalho Toniolo *et al*. (2020) utilizaram o geoprocessamento na Análise de Indicadores de Saneamento Básico e Densidade Populacional na Sabesp Oeste. A partir dos resultados encontrados destacou que:

> *"o geoprocessamento é uma importante ferramenta no gerenciamento ambiental e territorial do município, sinalizando a precisão de investimento financeiro na infraestrutura dos sistemas de abastecimento, esgotamento e coleta de RSU, objetivando a preservação do meio ambiente, de acordo com as Leis nº 11.445 e nº 10.247 (Brasil, 2007 e 2001.) Recomenda-se ainda o uso desta análise espacial às agências*

> *reguladoras em relação a disponibilizar informações como forma de consulta aos usuários dos serviços de saneamento".*
> *(TONIOLO et al., 2020)*

De acordo com Barcelos *et al*. (1998), a utilização de Sistemas de Informações Geográficas permite a sobreposição de informações socioambientais, permitindo uma melhor focalização destes grupos e o planejamento de ações de saneamento e vigilância à saúde.

Segundo Lima (2020), o geoprocessamento facilita a compreensão da ocorrência de doenças e da necessidade de investimento do Poder Público em saneamento nas regiões, sendo possível observar quais áreas da cidade foram mais afetadas e a proximidade entre essas áreas, podendo assim, ajudar a direcionar futuras ações que venham a solucionar os problemas encontrados.

Segundo OPAS (2002), uma das principais aplicações dos mapas na epidemiologia é ajudar o reconhecimento de áreas geográficas e grupos da população que possuem maior risco de contrair alguma doença ou morrer de forma prematura e que, portanto, necessitam de mais atenção, seja preventiva, curativa ou de promoção da saúde.

A epidemiologia espacial também possibilita reconhecer a distribuição, a frequência e a relevância dos vários fatores que contribuem no aumento de alguns riscos para a saúde que não são, necessariamente, os mesmos em todos os grupos populacionais (OPAS, 2002).

Ainda segundo OPAS (2002) a epidemiologia espacial viabiliza também identificar grupos que compartilham determinantes de risco similares. O reconhecimento desses grupos ajuda a identificação de intervenções sociais e de saúde para diminuir ou eliminar os determinantes específicos de risco para a saúde.

4. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido por meio de uma sequência de etapas principais. Após a revisão bibliográfica e a definição dos objetivos, foi definida a área de estudo. Em seguida foram feitos o levantamento e a análise de dados secundários e a espacialização dos dados, no intuito de averiguar o acesso ao saneamento básico e a ocorrência das doenças na AMB. A sequência das etapas do trabalho é apresentada na Figura 3.

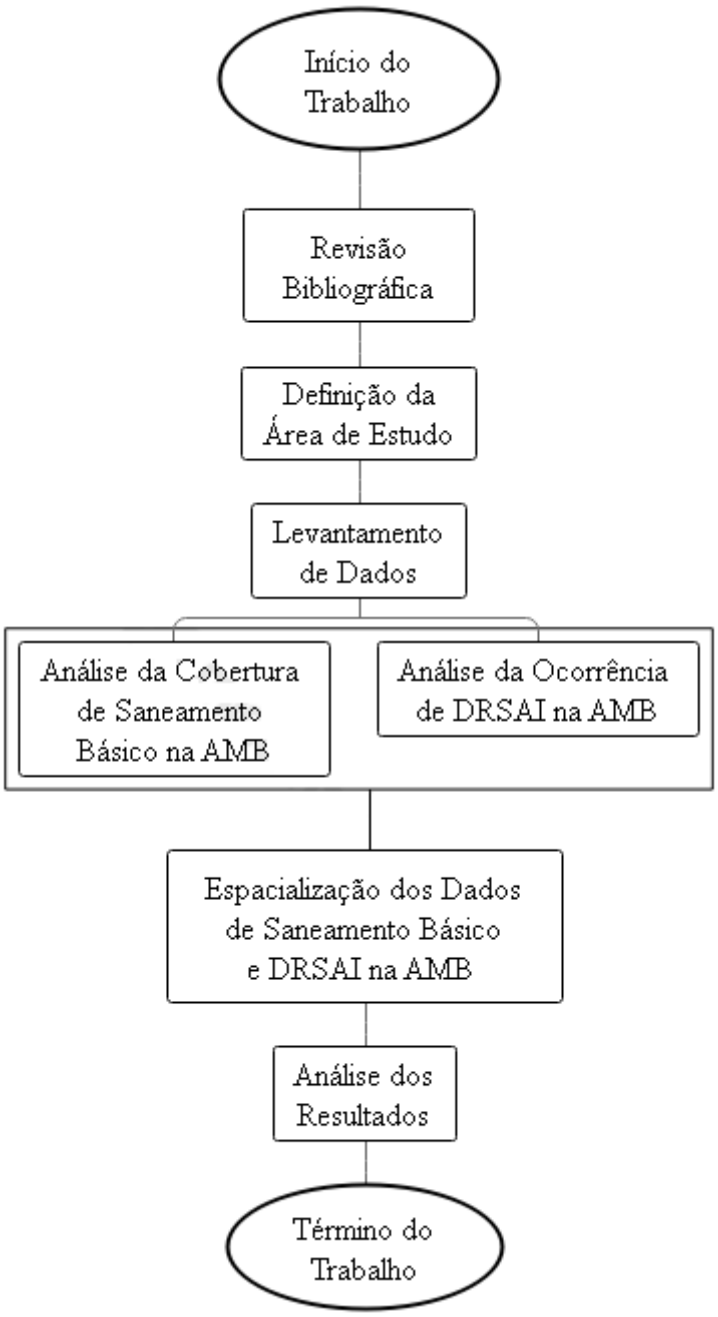


Figura 3 - Fluxograma das etapas metodológicas do trabalho.

4.1. DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As desigualdades existentes entre o Distrito Federal e os municípios do seu entorno geram um *"cinturão de pobreza, desemprego, violência e serviços públicos precários"*. Até o momento não foi encontrada uma forma de beneficiar essa região com políticas públicas que os integrem ao DF (AGÊNCIA SENADO, 2020).

Schvarsberg (2017), faz uma comparação da região como a carroça ao lado do avião, sendo o avião uma metáfora com a forma do plano piloto de Brasília e a carroça com as cidades goianas do "entorno" do Distrito Federal. Para o autor *"o binômio Carroça & Avião é no sentido não só de evidenciar, mas também de acentuar o paradoxo da desigualdade combinada espacial e temporalmente"*.

Ainda segundo Schvarsberg (2017), um depende do outro e não estão somente lado a lado, numa *"espécie de coexistência congelada"*, os dois se *"articulam, se combinam e se amalgamam, configurando um todo, espacialmente contínuo e profundamente heterogêneo: o território metropolitano"*.

Em função da importância e consequências das desigualdades sociais existentes nessa região, optou-se por estabelecer como área de estudo a Área Metropolitana de Brasília (AMB).

4.2. ÁREA METROPOLITANA DE BRASÍLIA

A CODEPLAN (2014) apresentou, a nota técnica 01/2014 na qual foi formulado o conceito de Área Metropolitana de Brasília. Como mostrado na Figura 4, a AMB é constituída pelo DF e por 12 municípios goianos que apresentam relações metropolitanas com Brasília. São eles: Águas Lindas de Goiás, Alexânia, Cidade Ocidental, Cocalzinho, Cristalina, Formosa, Luziânia, Novo Gama, Padre Bernardo, Planaltina, Santo Antônio do Descoberto e Valparaíso de Goiás. Excluindo-se o Distrito Federal, esses mesmos 12 municípios constituem a denominada Periferia Metropolitana de Brasília (PMB).

A CODEPLAN divide a AMB em dois grupos de municípios, de acordo com o fluxo mais ou menos intenso em relação a Brasília. Os de maior fluxo são Valparaíso de Goiás, Novo Gama, Cidade Ocidental, Luziânia, Águas Lindas de Goiás, Santo Antônio do Descoberto, Planaltina e Formosa, e os de menor fluxo são Padre Bernardo, Alexânia, Cristalina e Cocalzinho de Goiás.

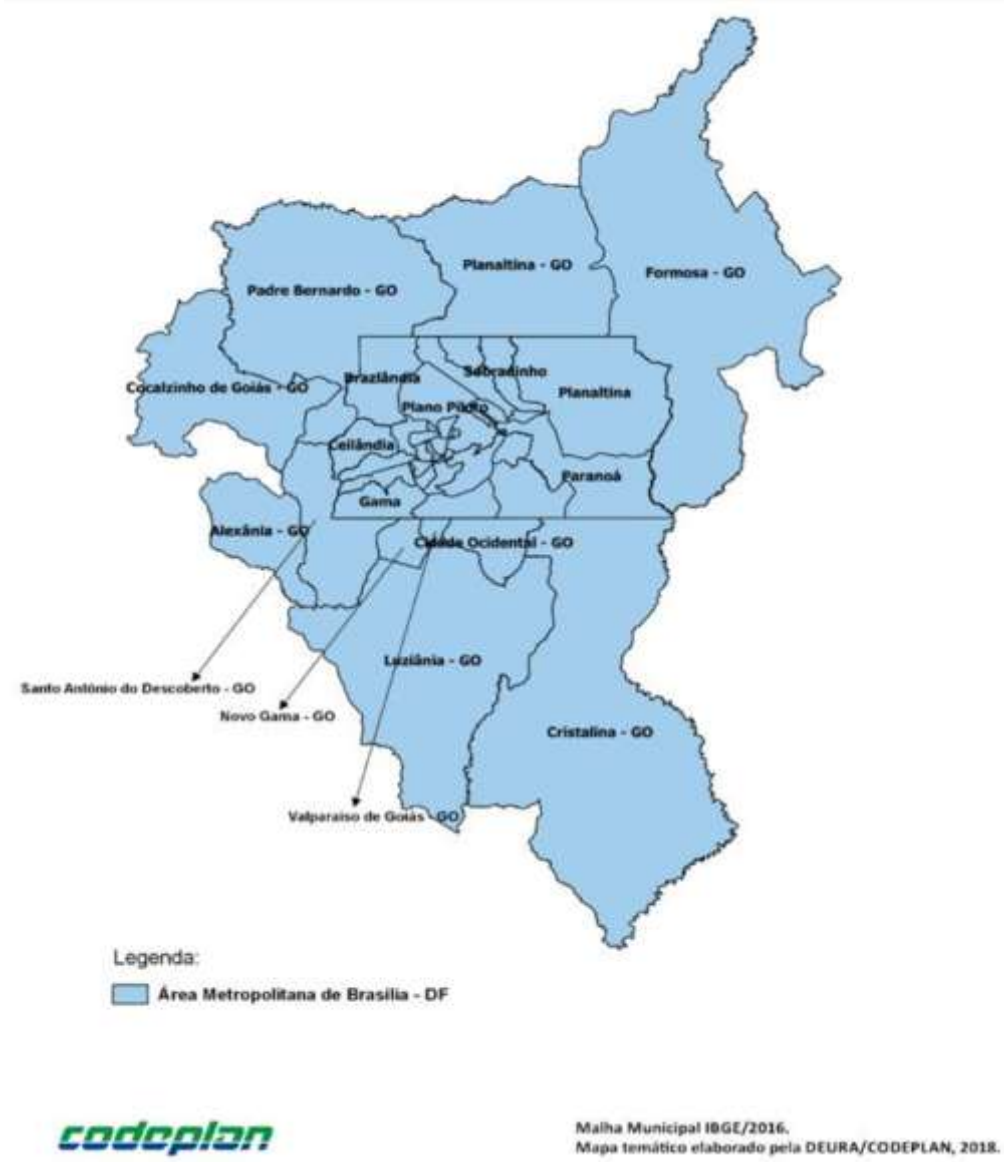


Figura 4 - Mancha urbana da área metropolitana de Brasília.

Fonte: CODEPLAN, 2014.

A partir dos dados do IBGE é possível observar (Tabela 4) o crescimento populacional dessa região, onde o Distrito Federal é o que apresenta a maior população e Cocalzinho de Goiás apresenta a menor população.

Pode-se notar que a população dos municípios que compõem a área da AMB, com exceção do DF, cresceu em mais de 474 mil habitantes de 2000 até 2020. O DF é a região que mais influência no crescimento da AMB, que teve um crescimento populacional, incluindo o DF, de mais 1,47 milhões de pessoas.

Tabela 4 - Evolução da População Total da AMB – 2000 a 2020

Município	Censo Demográfico		Estimativa
	2000	2010	2020
Distrito Federal	2.051.146	2.570.160	3.055.149
Águas Lindas de Goiás	105.746	159.378	217.698
Alexânia	20.047	23.814	28.010
Cidade Ocidental	40.377	55.915	72.890
Cocalzinho de Goiás	14.626	17.407	20.504
Cristalina	34.116	46.580	60.210
Formosa	78.651	100.085	123.684
Luziânia	141.082	174.531	211.508
Novo Gama	74.380	95.018	117.703
Padre Bernardo	21.514	27.671	34.430
Planaltina	73.718	81.649	90.640
Santo Antônio do Descoberto	51.897	63.248	75.829
Valparaíso de Goiás	94.856	132.982	172.135
Total AMB	2.802.156	3.548.438	4.280.390
Total AMB exceto DF	751.010	978.278	1.225.241

Fonte: Censos Demográficos do IBGE (2000 e 2010) e Estimativa do IBGE para 2020.

A Figura 5 apresenta a mancha urbana definida pela Área Metropolitana de Brasília, destacando-se as regiões de maior densidade populacional, em vermelho.

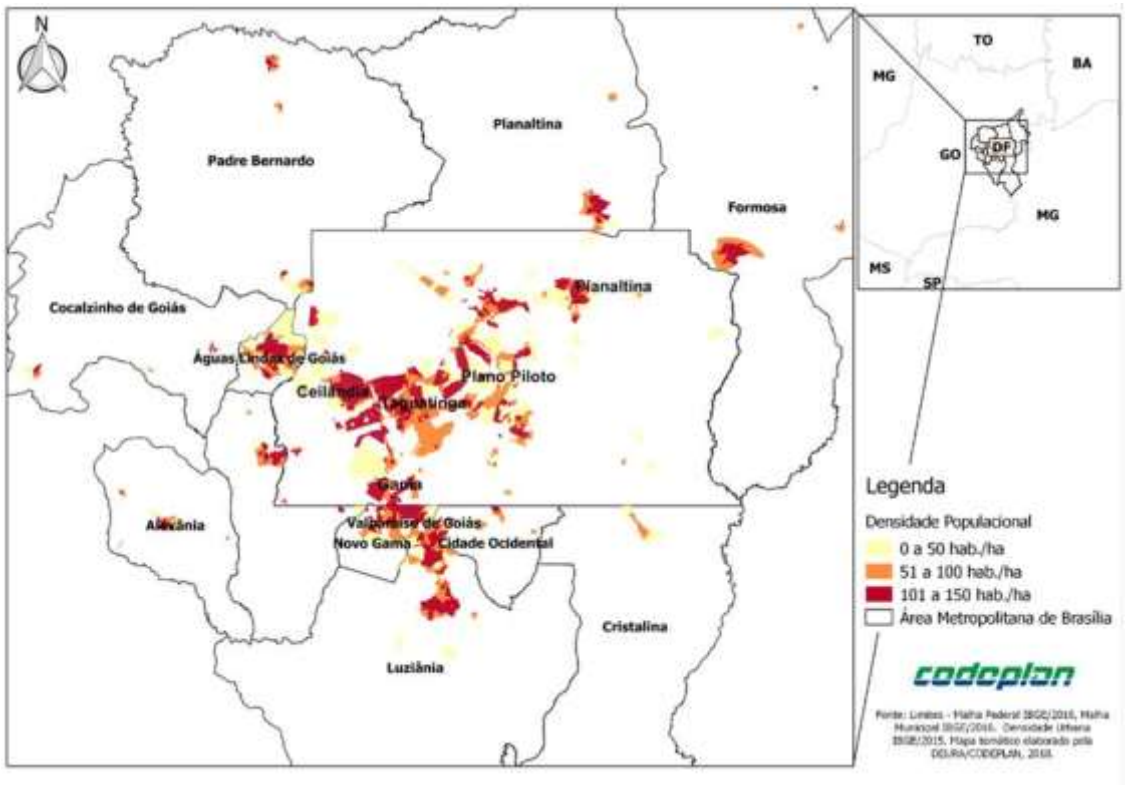


Figura 5 - Mancha urbana da área metropolitana de Brasília.
Fonte: CODEPLAN, 2019.

A partir da imagem apresentada na Figura 5, é possível observar o comportamento da concentração demográfica nas proximidades dos municípios da AMB com o limite do DF.

Em todos os municípios da periferia metropolitana de Brasília prevalece forte dependência do DF pelos serviços públicos de saúde. A Figura 6 mostra a dinâmica de uso dos hospitais do DF por habitantes dessas regiões.

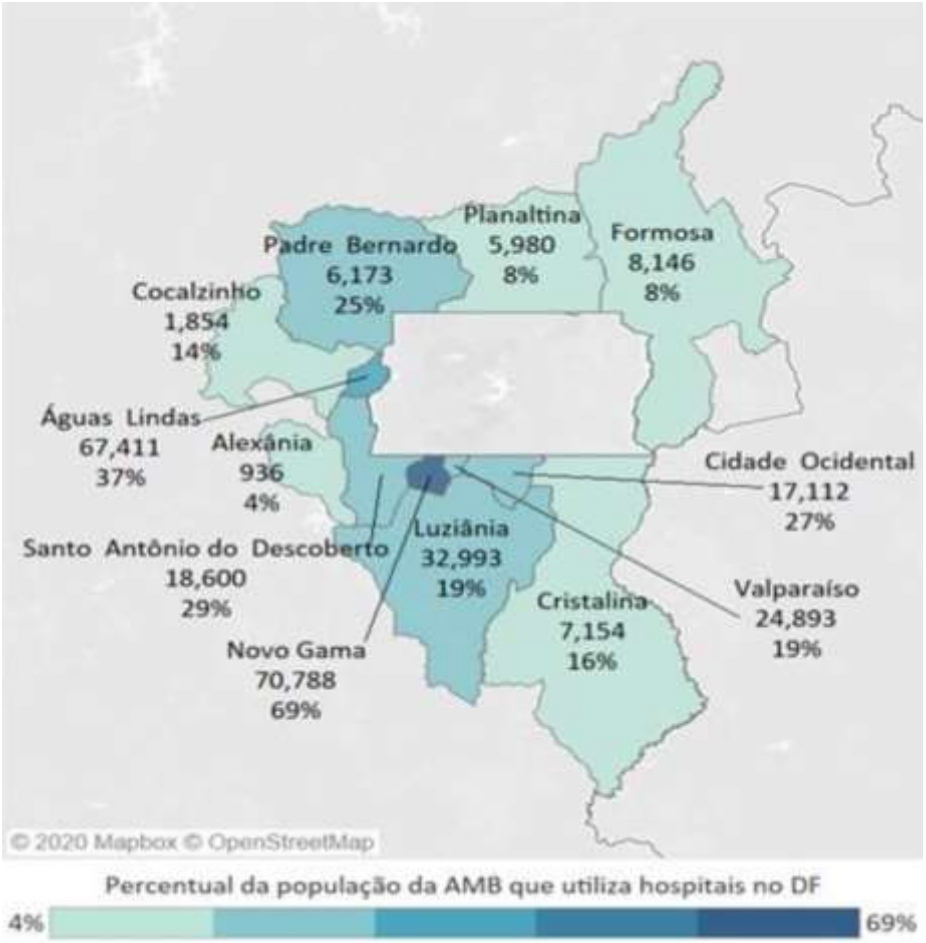


Figura 6 - Total e percentual da população de cada município da PMB que utiliza hospitais no DF.

Fonte: PMAD (CODEPLAN, 2018a)

Apesar das especificidades de cada um dos municípios goianos que compreendem a AMB, esses apresentam, de um modo geral, certa semelhança socioeconômica, evidenciando, assim, o forte contraste existente entre eles e o Distrito Federal (CODEPLAN, 2014).

A região caracteriza-se por apresentar realidades heterogêneas. Apresenta uma diversidade de falta de infraestrutura urbana devido à ocupação desordenada do entorno imediato do Distrito Federal, com regiões que não possuem sistema de abastecimento de água potável,

sistemas de esgotamento sanitário e necessitam de desenvolvimento no sistema de manejo de resíduos sólidos, uma região que carece de investimento e planejamento nesse setor (FIGUEIREDO *et al*., 2017).

Damascena e Minoti (2018) realizaram um levantamento de aspectos relacionados a ausência ou precariedade do saneamento básico na RIDE-DF e Entorno e os impactos na saúde. Apesar dos resultados indicarem uma fragilidade nos dados utilizados na pesquisa ou nos indicadores disponíveis nos diferentes sistemas de informações, a região apresentou déficits nos indicadores de saneamento, apontando para a necessidade de estudos sobre o assunto nessa região.

É importante destacar que o Distrito Federal também é uma região que apresenta heterogeneidade quando avaliada de forma individual. O Atlas do Distrito Federal, lançado em 2020 pela CODEPLAN, expõe o percentual de domicílios atendidos pela rede geral de abastecimento de água no DF, mostrado na Figura 7. É possível notar que existem muitas desigualdades no atendimento desse serviço na região.

Também é mostrado o percentual de domicílios atendidos pela rede geral de esgotamento sanitário no DF, mostrado na Figura 8. É possível notar que a desigualdade no atendimento é ainda mais acentuada do que o percentual de domicílios atendidos pela rede geral de abastecimento de água, mostrado anteriormente.

As avaliações da precariedade ou ausência dos serviços de saneamento e dos seus impactos são extremamente importantes para o melhor entendimento da situação atual da AMB.

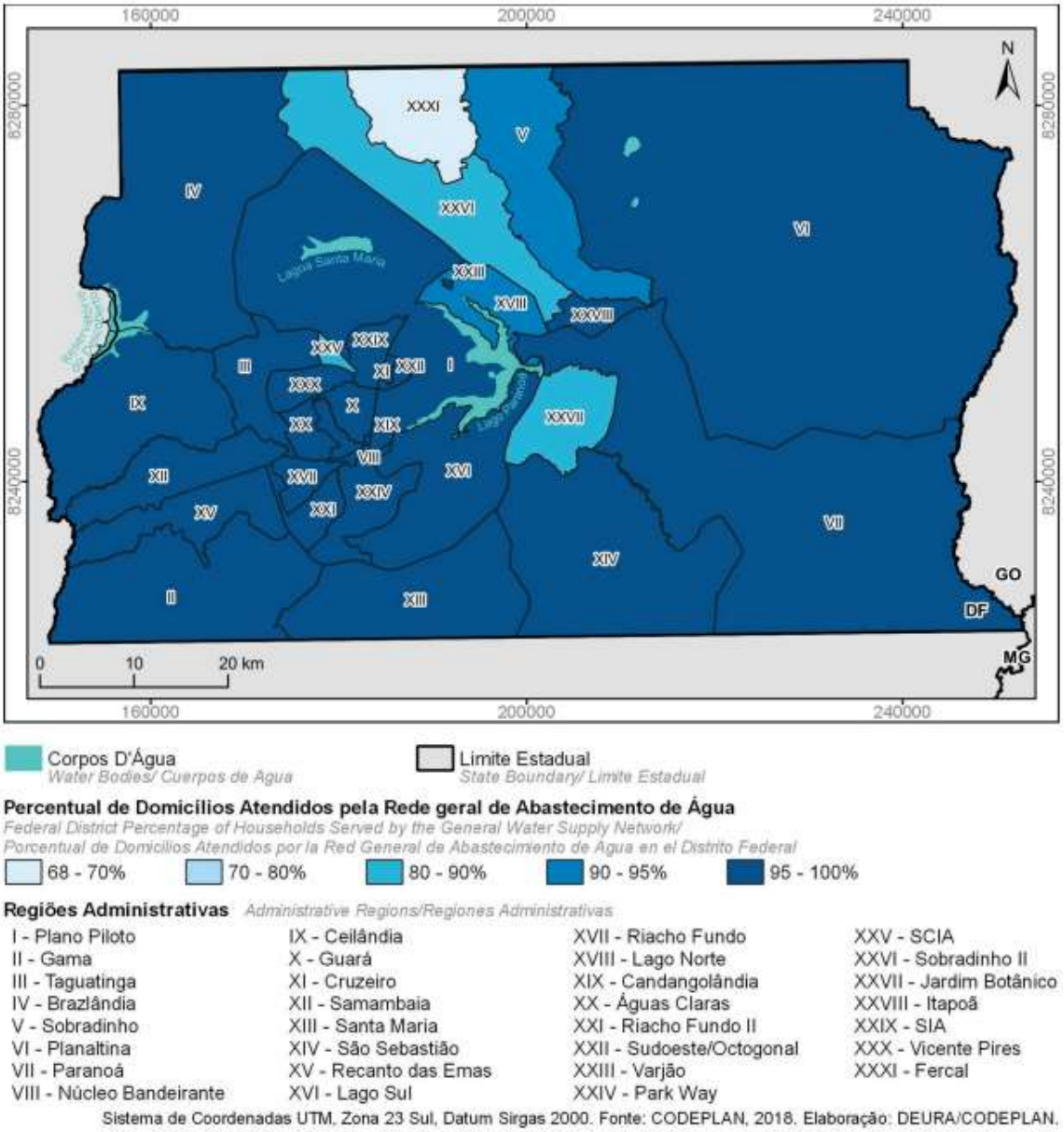


Figura 7 - Percentual de domicílios atendidos pela rede geral de abastecimento de água no Distrito Federal

Fonte: Atlas do Distrito Federal, CODEPLAN, 2020.

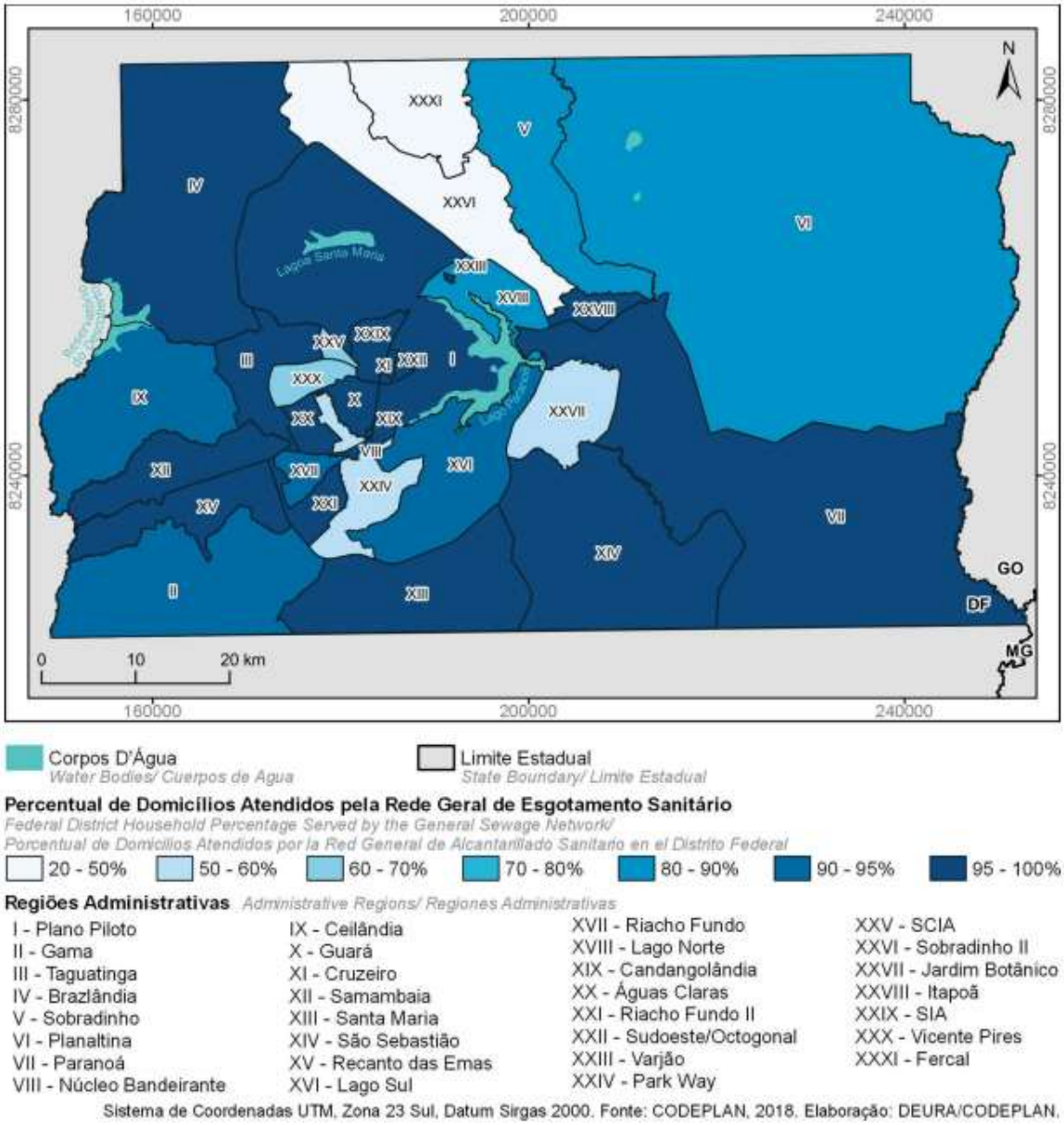


Figura 8 - Percentual de domicílios atendidos pela rede geral de esgotamento sanitário no Distrito Federal
Fonte: Atlas do Distrito Federal, CODEPLAN, 2020.

4.3. LEVANTAMENTO DE DADOS

Para análise e seleção de indicadores foram utilizadas bases públicas de dados. Para o saneamento básico a fonte de dados foi o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), responsável por indicadores operacionais, socioeconômicos e ambientais dos municípios e seus prestadores de serviço; para os dados epidemiológicos a fonte de dados foi o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

4.3.1. SNIS

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), o SNIS é o maior e mais importante ambiente de informações do setor saneamento básico brasileiro. Gerenciado pela Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR), reúne informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade dos serviços de Água e Esgotos (desde 1995), Manejo de Resíduos Sólidos (desde 2002) e Drenagem Pluvial (desde 2015). Indicadores produzidos a partir destas informações são referência para comparação de desempenho da prestação de serviços e para o acompanhamento da evolução do setor de saneamento básico no Brasil.

As informações são fornecidas anualmente pelas instituições responsáveis pela prestação dos serviços, tais como companhias estaduais, autarquias ou empresas municipais, departamentos municipais e empresas privadas (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2021).

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Regional (2021), a importância dos dados do SNIS como principal fonte de informação sobre o setor saneamento vem sendo demonstrada, a cada ano, pelo uso que tem sido feito por diferentes agentes envolvidos com a prestação dos serviços de água e esgotos e suas organizações corporativas, além dos órgãos de governo, agentes financeiros e instituições de ensino e pesquisa.

Os dados históricos permitem a identificação de tendências em relação a custos, receitas e padrões dos serviços, nos níveis local, estadual e regional, a elaboração de inferências a respeito da trajetória das variáveis mais importantes para o setor, e assim, o desenho de estratégias de intervenção com maior embasamento (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2021).

4.3.2. SINAN

Segundo o Ministério da Saúde (2006) o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) foi desenvolvido no início da década de 90, tendo como objetivo a coleta e processamento dos dados sobre agravos de notificação em todo o território nacional, fornecendo informações para a análise do perfil da morbidade e contribuindo, dessa forma, para a tomada de decisões nos níveis municipal, estadual e federal.

O SINAN é mantido, principalmente, pela notificação e investigação de casos de doenças e agravos que constam da lista nacional de doenças de notificação compulsória (Portaria de Consolidação nº 4, de 28 de setembro de 2017, anexo V - Capítulo I), mas é facultado a estados e municípios incluir outros problemas de saúde importantes em sua região, como varicela no estado de Minas Gerais ou difilobotríase no município de São Paulo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006)

Para o Ministério da Saúde (2006) sua utilização efetiva permite a realização do diagnóstico dinâmico da ocorrência de um evento na população, podendo fornecer subsídios para explicações causais dos agravos de notificação compulsória, além de vir a indicar riscos aos quais as pessoas estão sujeitas, contribuindo assim, para a identificação da realidade epidemiológica de determinada área geográfica.

O seu uso sistemático, de forma descentralizada, contribui para a democratização da informação, permitindo que todos os profissionais de saúde tenham acesso à informação e as tornem disponíveis para a comunidade. É, portanto, um instrumento relevante para auxiliar o planejamento da saúde, definir prioridades de intervenção, além de permitir que seja avaliado o impacto das intervenções (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

4.3.3. TRATAMENTO DOS DADOS

Para atendimento dos objetivos deste trabalho selecionou-se um conjunto de 5 variáveis discriminadas nos dois grupos relacionados aos setores em estudo. O período selecionado para a obtenção dos dados foi de 2007 até o ano 2019, escolhido a partir da disponibilidade dos dados nas bases de dados.

Os indicadores de saneamento foram obtidos através do SNIS - Série Histórica (app4.mdr.gov.br/serieHistorica), que é um programa via web que permite consultar as informações e os indicadores do SNIS em seus dois componentes: Água e Esgotos e/ou Resíduos Sólidos Urbanos. Desde os primeiros anos de coleta até o atual, os SNIS ainda não disponibiliza dados sobre drenagem. Foram selecionados os seguintes indicadores:

Quadro 3 - Variáveis relacionadas ao setor de saneamento

Variáveis	Descrição	Fonte
Atendimento total de água	Percentual da população urbana e rural atendida com abastecimento de água.	SNIS
Atendimento total de esgoto	Percentual da população urbana e rural atendida com esgotamento sanitário	SNIS
Atendimento total de coleta de resíduos	Percentual da população urbana e rural atendida com serviço de coleta de resíduos domésticos	SNIS

Os indicadores epidemiológicos foram obtidos através do DATASUS (www.datasus.gov.br), uma plataforma online que gera informações das bases de dados do Sistema Único de Saúde.

As doenças foram escolhidas após verificar a disponibilidade dos dados para o período analisado. Foram escolhidas as seguintes doenças:

Quadro 4 - Variáveis relacionadas à saúde

Variáveis	Descrição	Fonte
Dengue	Casos Prováveis por Município de infecção e Ano 1º Sintoma(s)	DATASUS
Leptospirose	Casos Prováveis por Município de infecção e Ano 1º Sintoma(s)	DATASUS

Para o estudo, foram usados os dados epidemiológicos obtidos por DRSAI, por município e para cada ano de ocorrência, no período de 2007 a 2019, por 100 mil habitantes. O cálculo da variável taxa de ocorrência por DRSAI nos anos de 2007 a 2019 está descrita a seguir:

$$Tx.DRSAI_{Ano\ x} = \left(\frac{Ocorrência\ dos\ caso\ de\ DRSAI_{Ano\ x}}{População_{Ano\ x}}\right) * 100\ mil\ habitantes$$

Para a análise dos dados foi utilizado o Microsoft Office Excel, para produzir novas planilhas e organizar os dados do estudo.

4.4. ANÁLISE ESPACIAL DOS DADOS COM GEOPROCESSAMENTO

Para a análise espacial dos dados, foram criadas duas planilhas distintas, uma para os dados de saneamento e outras para os dados de doenças. Em cada planilha os dados foram divididos pelo ano de análise, indo de 2007 até 2019.

Foi utilizado o *software* ArcGIS 10.6.1, desenvolvido pela empresa ESRI. A licença do *software* foi disponibilizada pela Universidade de Brasília, a partir de uma parceria

estabelecida com a empresa. O ArcGIS permite criar mapas, realizar cálculos, analisar dados, georreferenciar as informações.

A base cartográfica utilizada no trabalho foi a disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A partir da base fornecida pelo IBGE, foi criado outro arquivo vetorial (*shapefile*) somente com os municípios que fazem parte da AMB.

Foram utilizados dois planos de informação distintos, formato *shapefile*, para cada ano da análise, um contendo os dados de saneamento e outro os dados de doenças. Os dados em forma de planilha de cada ano foram adicionados às feições do arquivo vetorial (shapefile) usando a função *"join"* disponível no *software*. A Figura 9 apresenta um fluxograma com o intuito de demonstrar o passo a passo aplicado para a elaboração dos mapas temáticos.

De acordo com Medronho (1997), os métodos de análises espaciais aplicados neste estudo são os categorizados em formatos de:

- Visualização: que permite uma distribuição pontual da incidência de doenças e/ou sobreposições complexas de camadas com a incidência de doenças sobre variáveis ambientais de interesse.
- Análise exploratória de dados: utilizado para sumarizar e descrever padrões de mapas e relações entre mapas. Em muitas situações, o mapeamento associado à análise exploratória será suficiente para o trabalho de análise espacial.

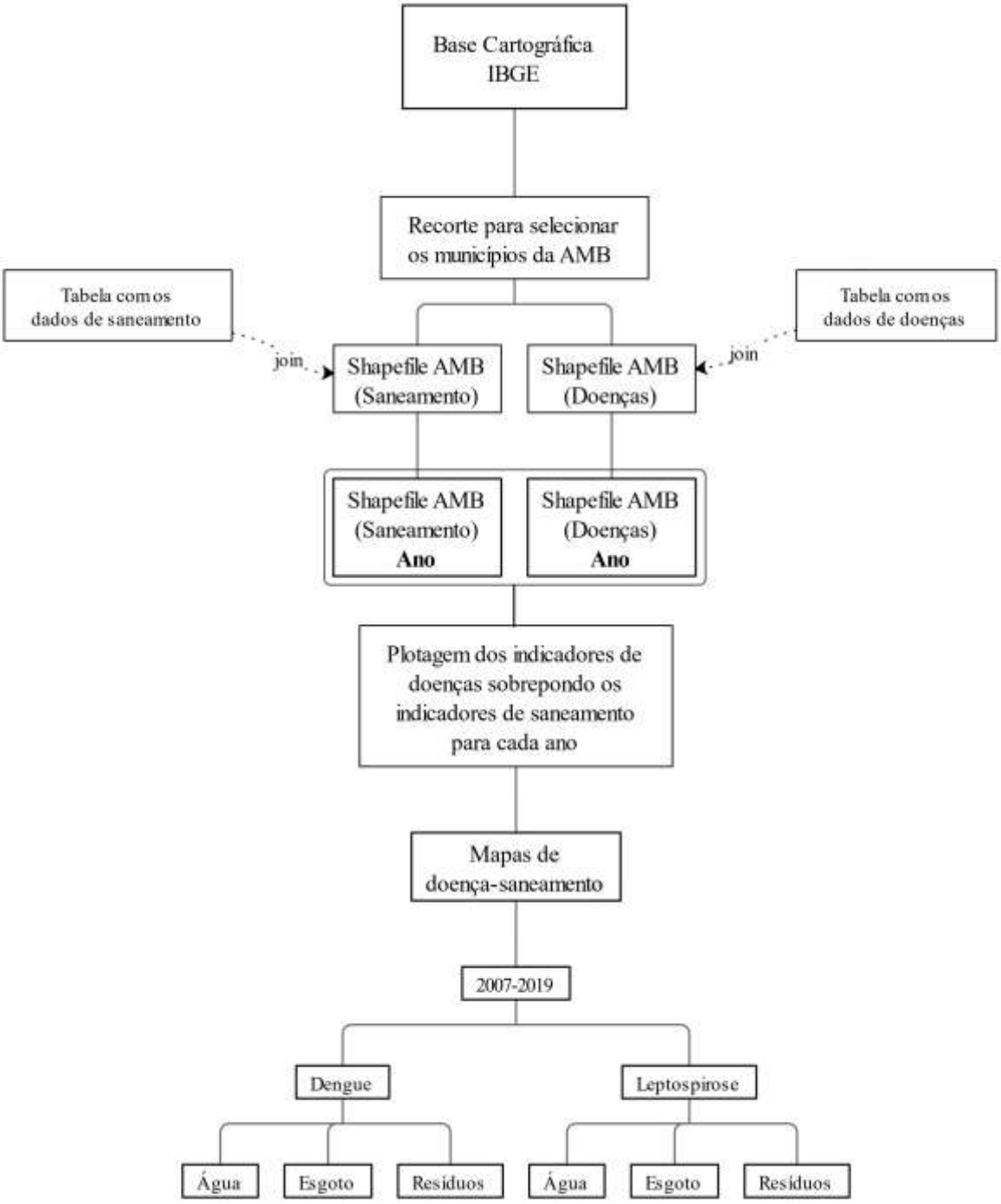


Figura 9 - Fluxograma para obtenção dos mapas temáticos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar os dados da cobertura de saneamento na AMB, é possível perceber que a maior parte dos municípios apresentam um percentual de atendimento de abastecimento de água superior à 60%, como mostra a Figura 10 e nos mapas apresentados nas Figuras 15 e 18.

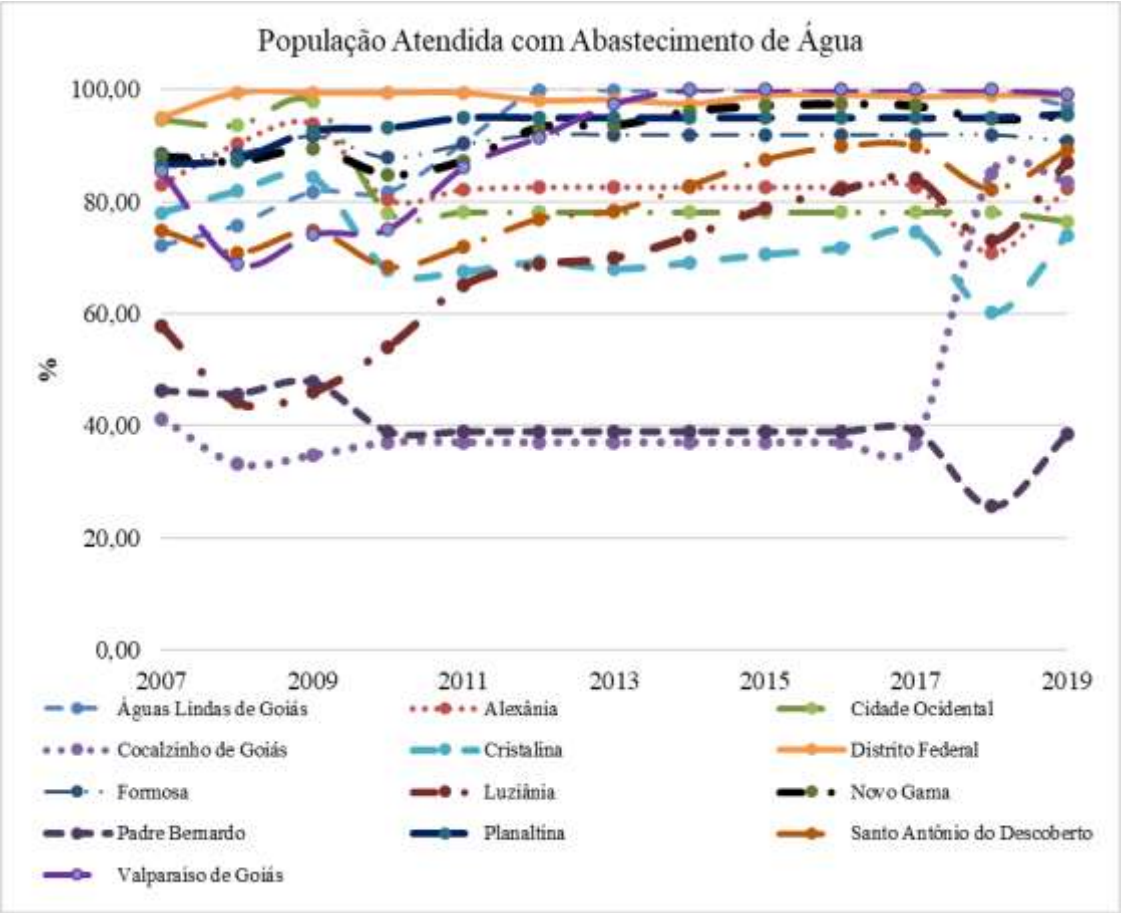


Figura 10 - Porcentagem da população atendida com abastecimento de água na AMB.
Fonte: SNIS, 2007 a 2019.

Pelo gráfico nota-se que alguns municípios apresentaram um comportamento irregular nos valores de atendimento, menores do que 60%, principalmente nos anos de 2009, 2010 e 2018. O município de Cocalzinho de Goiás apresentou valores inferiores a 60% até o ano de 2017. Luziânia apresentou valores inferiores a 60% até o ano de 2011 e em pior condição ficou o município de Padre Bernardo, que apresentou percentual de abastecimento inferior a 60% em todo o período analisado.

Na Figura 11, que representa os dados de população atendida com esgotamento sanitário, é possível perceber que a maior parte dos municípios tem um atendimento inferior a 60%. É

possível notar, novamente, que o ano de 2018 apresentou um comportamento irregular nos dados de alguns municípios.

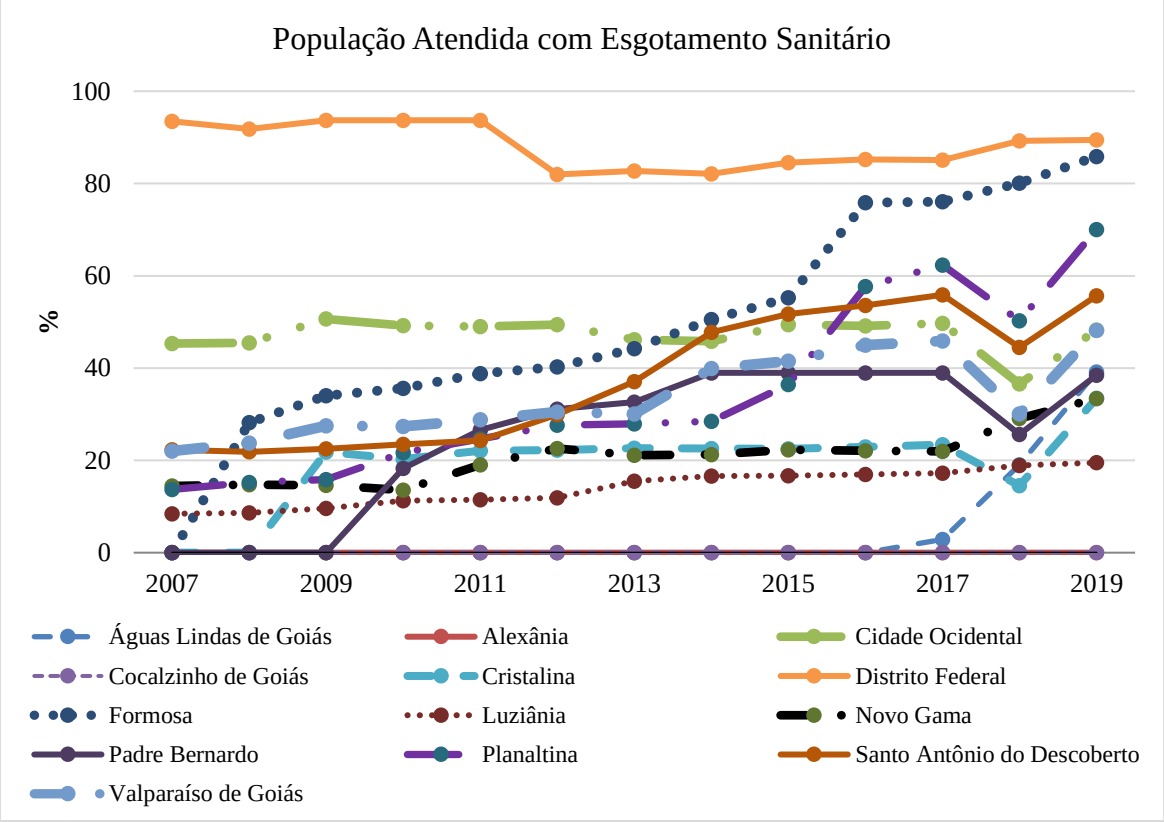


Figura 11 - Porcentagem da população atendida com esgotamento sanitário na AMB.
Fonte: SNIS, 2007 a 2019.

Os dados da população atendida com coleta de resíduos foi o que apresentou o comportamento mais irregular para os municípios, como mostrado nas Figuras 12, 13 e 14.

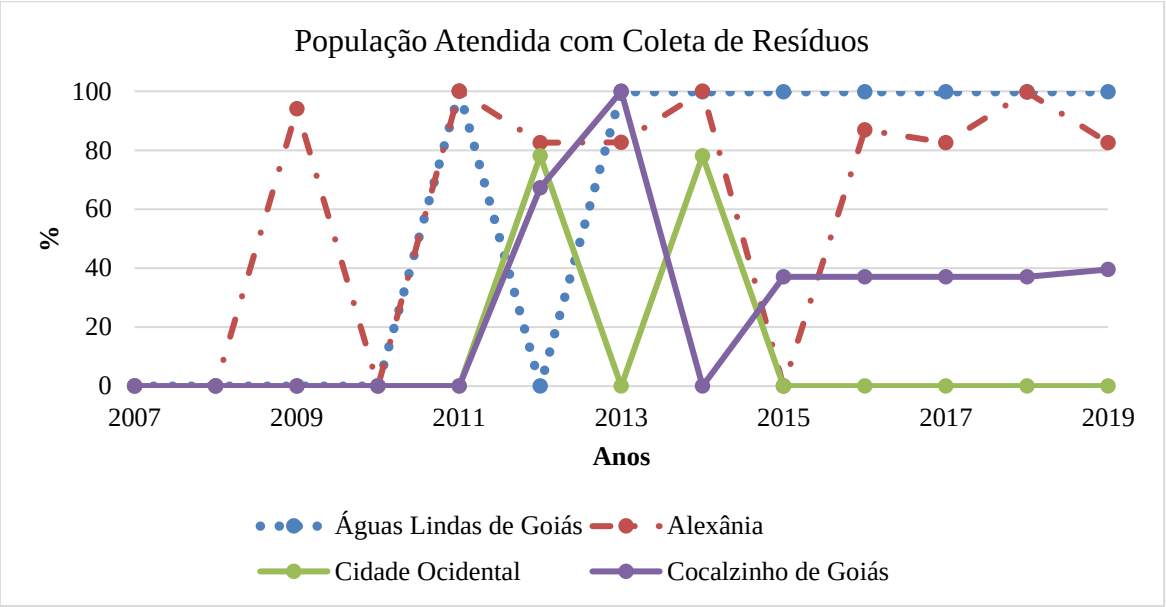


Figura 12 - Porcentagem da população atendida com coleta de resíduos na AMB.
Fonte: SNIS, 2007 a 2019.

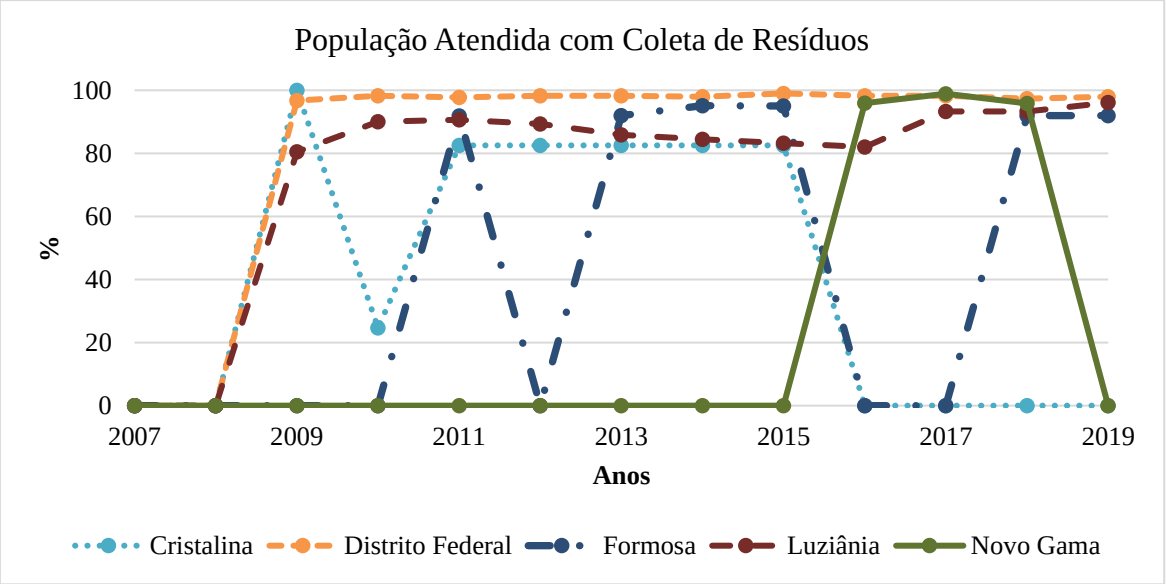


Figura 13 - Porcentagem da população atendida com coleta de resíduos na AMB.
Fonte: SNIS, 2007 a 2019.

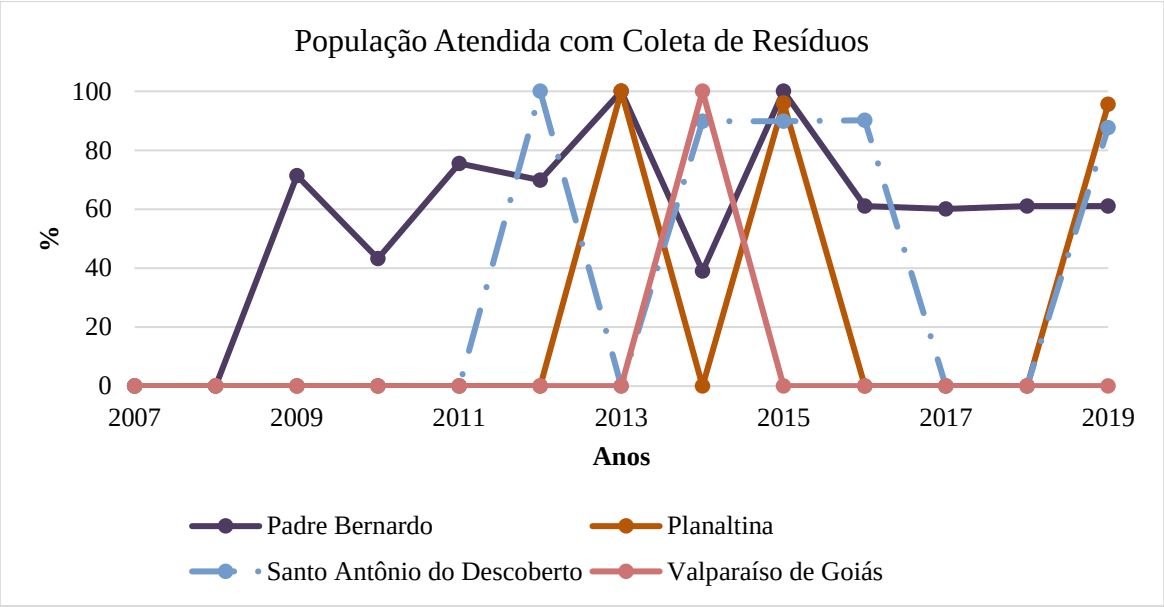


Figura 14 - Porcentagem da população atendida com coleta de resíduos na AMB.
Fonte: SNIS, 2007 a 2019.

Com base nos dados observados, só foi possível analisar o comportamento do atendimento com coleta de resíduos em dois municípios, Distrito Federal e Luziânia, ao longo do período, que mostrou um crescimento ou estabilização da porcentagem da população atendida. Os dados dos outros municípios possuem uma variação muito grande, não sendo possível avaliar uma tendência no comportamento. Apesar de os dados do SNIS, relacionados ao manejo de resíduos sólidos, serem coletados desde 2002, os municípios da AMB só apresentam dados a partir de 2008.

Para a análise dos dados de ocorrência das doenças selecionadas, dengue e leptospirose, foram somados todos os casos das doenças ao longo do período para cada município, como mostrado nas Figuras 15 e 16.

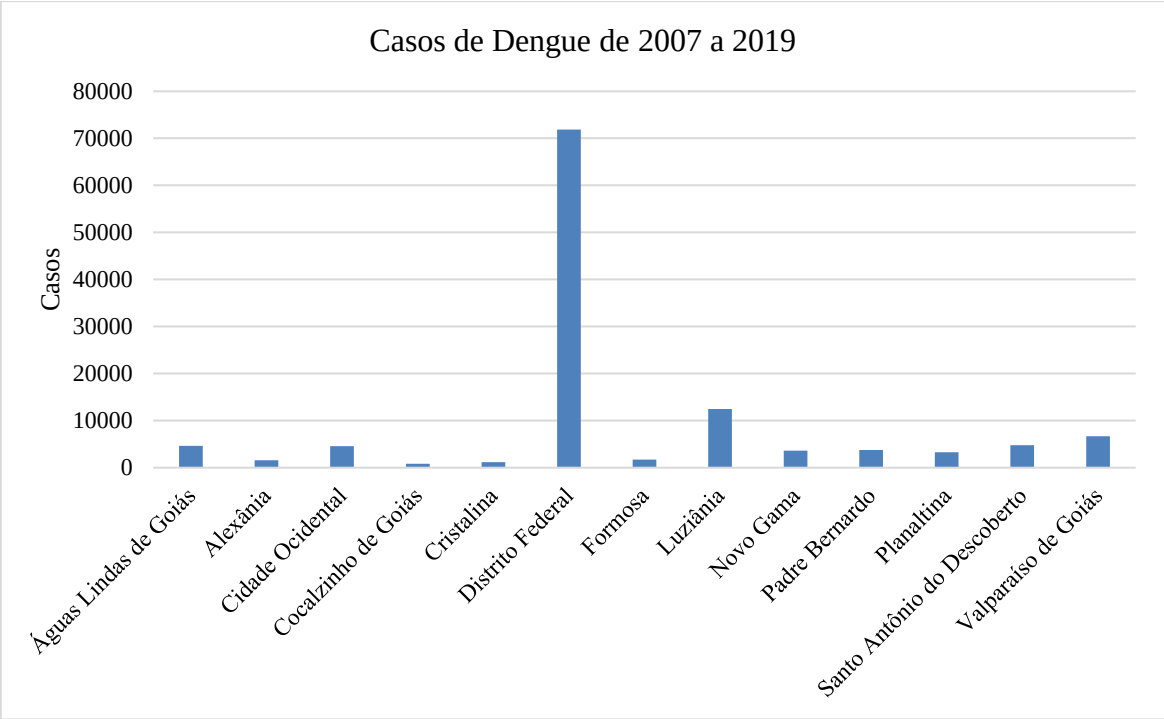


Figura 15 - Casos totais de dengue ocorridos de 2007 a 2019 na AMB.

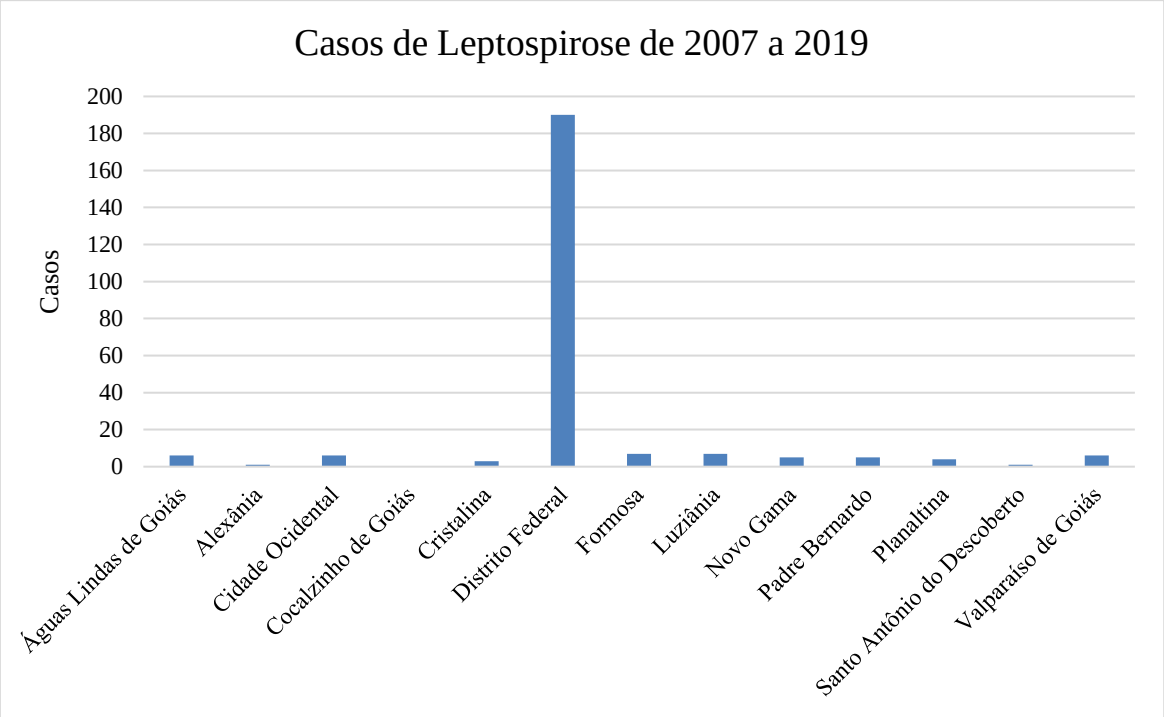


Figura 16 - Casos totais de leptospirose ocorridos de 2007 a 2019 na AMB.

Foi possível identificar que o DF foi a região com maior número de casos no período analisado, para as duas doenças. Essa diferença de valores era esperada em função da diferença de população entre o DF e as populações de cada município. Além disso, como mostrado na Figura 6, alguns municípios do entorno possuem uma dependência muito alta

do sistema de saúde do DF e, é possível que a notificação do caso ao SINAN ignore o fato de o paciente ter infectado no seu município de residência e não no Distrito Federal.

Saraceni et al. (2005) expõe que às vezes a forma como profissionais de saúde atuam diante ao preenchimento de instrumentos de notificação, levando em conta a importância dada a determinado evento ou situação pelo médico assistente, que pode registrar ou não certos dados, confirma a necessidade de desenvolver um plano para aprimorar a qualidade dos registros nos vários níveis dos sistemas de saúde.

A partir dos resultados gerados, foram associadas as informações para identificar se as regiões de pesquisa onde o saneamento básico é inadequado coincidem com as áreas de maior incidência das doenças, demostrando o cenário sanitário da área de estudo. Foram produzidos mapas para os indicadores de saneamento associados aos indicadores de doenças, no período de 2007 a 2019.

Analisando a evolução dos indicadores de saneamento nessa região é possível perceber que o DF é a região que, durante todo o intervalo, apresentou o mesmo Índice da População Atendida com Abastecimento de Água, superior a 95%. Municípios como Águas Lindas de Goiás, Planaltina, Novo Gama e Valparaíso de Goiás também melhoraram seus indicadores ao longo dos anos, apresentando índices superiores à 95%.

A respeito do índice de atendimento de água no DF apresentado no SNIS, de 95%, é importante destacar a necessidade da análise dos dados por Regiões Administrativas. Como mostra a Figura 7, é possível notar que apesar de muitas de suas Regiões Administrativas possuírem atendimento entre 95-100%, ainda existem regiões, como Sobradinho II que o percentual de domicílios atendidos pela rede geral de abastecimento de água varia de 80-90%, ou regiões como a Fercal, que possuem atendimento ainda mais inferior, entre 68-70%, demostrando as desigualdades no atendimento no DF.

Entretanto, Figueiredo *et al*. (2017) destaca a existência apenas no Distrito Federal de área de preservação de mananciais superficiais, que tem o objetivo de garantir a qualidade das águas captadas. Nos demais municípios do entorno, nas proximidades das áreas de captação, foram identificadas atividades agropecuárias, que resultam em possibilidade de contaminação por agrotóxicos e deterioração da qualidade da água.

O município de Padre Bernardo foi o que menos evoluiu em termos de atendimento de abastecimento de água, permanecendo na mesma taxa, entre 20-40%, durante todo o período. Já o município que mais evoluiu no decorrer dos anos foi Cocalzinho de Goiás, saltando de um índice de 20-40% em 2007, para 80-90% em 2019.

Cristalina foi o município que não apresentou muitos avanços ao longo dos anos, mantendo o seu índice de atendimento entre 60-80% desde 2010. Cidade Ocidental apresentou índices com uma variabilidade muito grande nos quatro primeiros anos de análise, 90-95% em 2007 e 2008, entre 95-100% em 2009 e depois o indicador caiu para 60-80% em 2010, não evoluindo ao longo dos anos.

Existem na região distritos e povoados urbanos e rurais sem qualquer sistema de abastecimento de água potável, como, por exemplo, em Campos Lindos, distrito de Cristalina e em Girassol, distrito de Cocalzinho de Goiás (FIGUEIREDO *et al.*, 2017).

Observando a evolução do Índice da População Atendida com Esgotamento Sanitário é possível perceber que esse índice possui uma grande variabilidade nessa região. Os municípios de Alexânia e Cocalzinho de Goiás ainda não dispõem desse tipo de atendimento.

Nota-se também que o atendimento não ultrapassa a faixa de 80-90% na maioria dos municípios da região e, somente o Distrito Federal e Formosa estão nessa faixa. Comparado ao indicador de abastecimento de água, que nos anos avaliados apresentava cinco municípios e o DF com índice de atendimento acima de 95%, o indicador de atendimento de esgoto apresenta valores bem inferiores.

Sobre DF, até o ano de 2011 apresentava um índice de atendimento superior a 95%, após esse ano houve uma queda no indicador, que se estabilizou na faixa de 80-90%. Diferentemente do DF, o município de Formosa foi o que mais evoluiu seu indicador ao longo dos anos, indo de >0-20% em 2007, para 80-90% em 2019.

No atendimento por rede geral de esgotamento sanitário, Regiões Administrativas com a Fercal e Sobradinho II, apresentam um atendimento entre 20-50%, bem distante do indicador apresentado pelo SNIS, de 80-90%. Cabe destacar que existem regiões no DF que apresentam um atendimento superior a 95%, o que evidencia a heterogeneidade do atendimento no DF como um todo e indica que nas análises a serem feitas sobre essa região, essa desigualdade tem que ser levada em consideração.

Outro município que começou a demonstrar uma evolução no indicador foi Águas Lindas de Goiás, até o ano de 2016 a região não possuía atendimento de esgoto, ampliando seu atendimento para a faixa de 20-40% no ano de 2019.

Os municípios que não apresentaram uma melhora significativa no atendimento ao longo dos anos, foram Cidade Ocidental, Cristalina e Luziânia, mantendo índices entre 40-60%, 20-40% e >0-20%, respectivamente.

Figueiredo *et al.* (2017) em seu estudo sobre a situação do saneamento no entorno do DF a partir do diagnóstico RIDESAB, destacou que em Cocalzinho de Goiás a ausência de sistemas de esgotamento sanitário em áreas onde o lençol freático encontra-se próximo à superfície do terreno caracteriza situação de ameaça ambiental. Destacando também que os municípios de Cristalina, Formosa e Novo Gama, que também possuem lençol freático pouco profundo, possuem rede coletora insuficiente para proteção do lençol.

Ainda sobre o sistema de esgotamento sanitário nessas regiões, Figueiredo *et al.* (2017) destacam algumas interferências intermunicipais que podem causar a danos à saúde e ao meio ambiente: São eles:

- Lançamento ocasional de esgotamento sanitário bruto pela passagem da tubulação de esgoto da ETE Santa Maria a montante da captação de água do município de Novo Gama - GO;
- Há impacto cumulativo relativo aos lançamentos de efluentes no rio Descoberto. À jusante da captação de Santo Antônio de Descoberto, o rio Descoberto tem como afluente o rio Melchior que recebe efluentes das ETEs Samambaia e Melchior, operadas pela CAESB. Entretanto, a ETE Santo Antônio do Descoberto também lança seus defluentes no rio Descoberto, em ponto jusante a confluência Melchior e Descoberto, gerando expressivo efeito cumulativo.

Como mostrado anteriormente, na Taxa da População Atendida com Coleta de Resíduos, os dados no período são muito inconsistentes. Nos anos de 2007 e 2008, nenhum dado foi sobre resíduo foi apresentado. Somente o Distrito Federal, Águas Lindas de Goiás e Luziânia mostram certa consistência nos dados.

Desde 2009, o DF apresenta uma taxa de atendimento superior a 95%. Águas Lindas também detém a mesma taxa de atendimento, estável desde 2011. O município de Luziânia teve uma

evolução gradual ao longo dos anos, alcançando a faixa de atendimento de 95-100% somente em 2019.

De acordo com Figueiredo *et al.* (2017) a disposição de resíduos sólidos nessas regiões é realizada em aterro sanitário licenciado em apenas em Planaltina e Cidade Ocidental. O aterro situado em Formosa é operado como vazadouro. De maneira geral, a coleta de resíduos de saúde é feita por empresas privadas que destinam tais resíduos para outros municípios. Já em Santo Antônio do Descoberto, a prefeitura é responsável pela coleta. Os resíduos coletados por estas prefeituras são descartados em vazadouros dentro dos próprios municípios.

Sobre as inconsistências dos dados nos indicadores de saneamento, o Ministério das Cidades expõe que *"a participação dos prestadores de serviços de Água e Esgotos e dos municípios que enviam as informações sobre Resíduos Sólidos e Águas Pluviais é voluntaria, não havendo nenhuma obrigatoriedade que os leve a fornecer as informações"*. A não obrigatoriedade pode justificar a ausência dos dados em determinados períodos para diversos municípios, impossibilitando a análise da correlação dos indicadores utilizados.

Sobre a coleta dos dados de resíduos o SNIS-RS aponta que:

> *"É interessante considerar as peculiaridades dos serviços no Brasil para o entendimento das informações fornecidas e suas análises, dentre as quais cabe destacar algumas situações. A primeira delas é a dificuldade de obtenção de informações pelos próprios prestadores de serviço. A imensa maioria deles não dispõe de sistemas de informações, bancos de dados, cadastro técnico ou levantamento de dados sistemático que conferem maior consistência às informações prestadas. A segunda é a fragilidade da formação e composição dos quadros técnicos municipais, pois nem sempre os responsáveis pelo fornecimento das informações têm formação na área e, também, existe uma recorrente ruptura na constituição das equipes locais. Estas questões impactam diretamente nas rotinas de sistematização de dados, no contexto local. A terceira é a heterogeneidade da terminologia e a diversidade de cultura técnica, ao longo do território nacional. As variações dos termos e conceitos, de região para região, implicam, muitas vezes, na incompreensão ou compreensão equivocada dos conceitos técnicos da área".*
> *(SNIS-RS, 2019)*

Apesar de os resultados deste trabalho não apresentarem dados a respeito da existência de drenagem na AMB, Figueiredo *et al*. observou que *"nas cidades que possuem áreas com declividade acentuada e não possuem macrodrenagem, ocorrem processos erosivos acelerados e intensos nos limites da malha urbana"*. Destacando as cidades de Alexânia, Cocalzinho de Goiás, Novo Gama e Planaltina nesta situação.

As Figuras 10, 11 e 12 apresentam a taxa de ocorrência de dengue para 100.000 habitantes na Área Metropolitana de Brasília associadas aos índices de água, esgoto e resíduos, entre os anos de 2007 a 2019.

No ano de 2007, Padre Bernardo teve a maior incidência de casos, entre 1.000-2.000 para 100.000 habitantes. Os únicos que não tiveram nenhum caso foram os municípios de Cristalina e Cocalzinho de Goiás. Em 2008 o número de casos diminuiu na região, mas Padre Bernardo, novamente, foi o município que apresentou as maiores taxas de ocorrência em comparação aos outros municípios da AMB. Novamente em Cristalina não ocorreu nenhum caso da doença.

2009 foi o período que apresentou as menores taxas para a região, de 0-100 para todos os municípios, com exceção de Cocalzinho de Goiás, em que não houve nenhum caso. Em 2010 houve um aumento dos casos, em relação ao ano anterior, com as maiores incidências em Luziânia e Santo Antônio.

Apesar de em 2011 ter ocorrido uma redução dos casos na região, Luziânia continuou com o mesmo índice, dessa vez junto com Cidade Ocidental. Em 2012 houve novamente uma redução dos casos, com praticamente todos os municípios da região ficando com uma taxa entre 0-100, com exceção de Santo Antônio do Descoberto que ficou com uma taxa um pouco acima, entre 100-500.

Em 2013 houve um aumento de caso em quase toda a região, Padre Bernardo teve a maior taxa de todos os anos analisados, superior a 4.000 casos para 100.000 habitantes. Destaque também para os municípios de Águas Lindas, Cidade Ocidental e Santo Antônio do Descoberto, que tiveram taxas entre 1.000-2.000 casos para 100.000 habitantes.

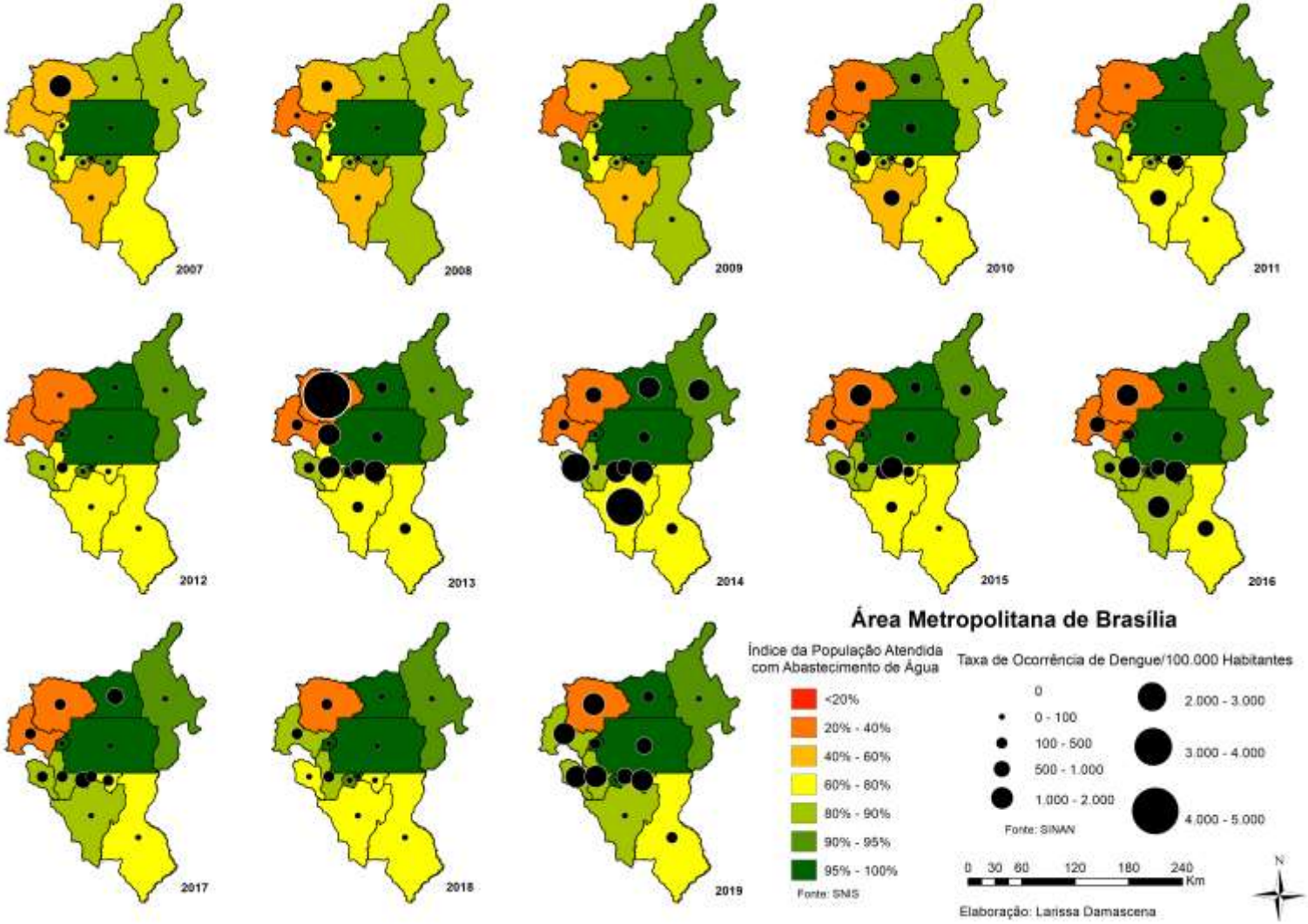


Figura 15 -Mapas temáticos do Índice da População Atendida com Abastecimento de Água e Taxa de Ocorrência de Dengue/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019.

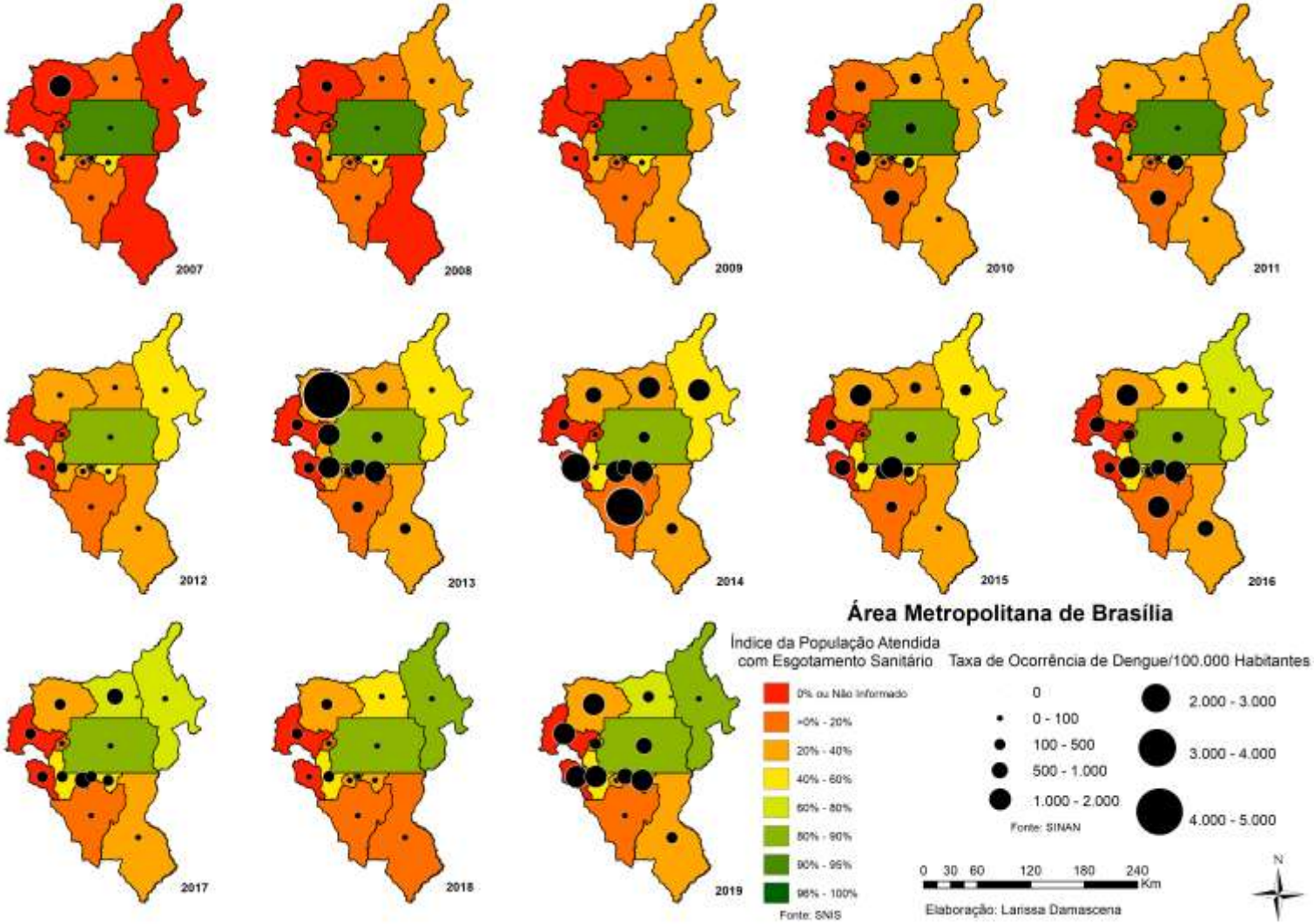


Figura 16 - Mapas temáticos do Índice da População Atendida com Esgotamento Sanitário e Taxa de Ocorrência de Dengue/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019.

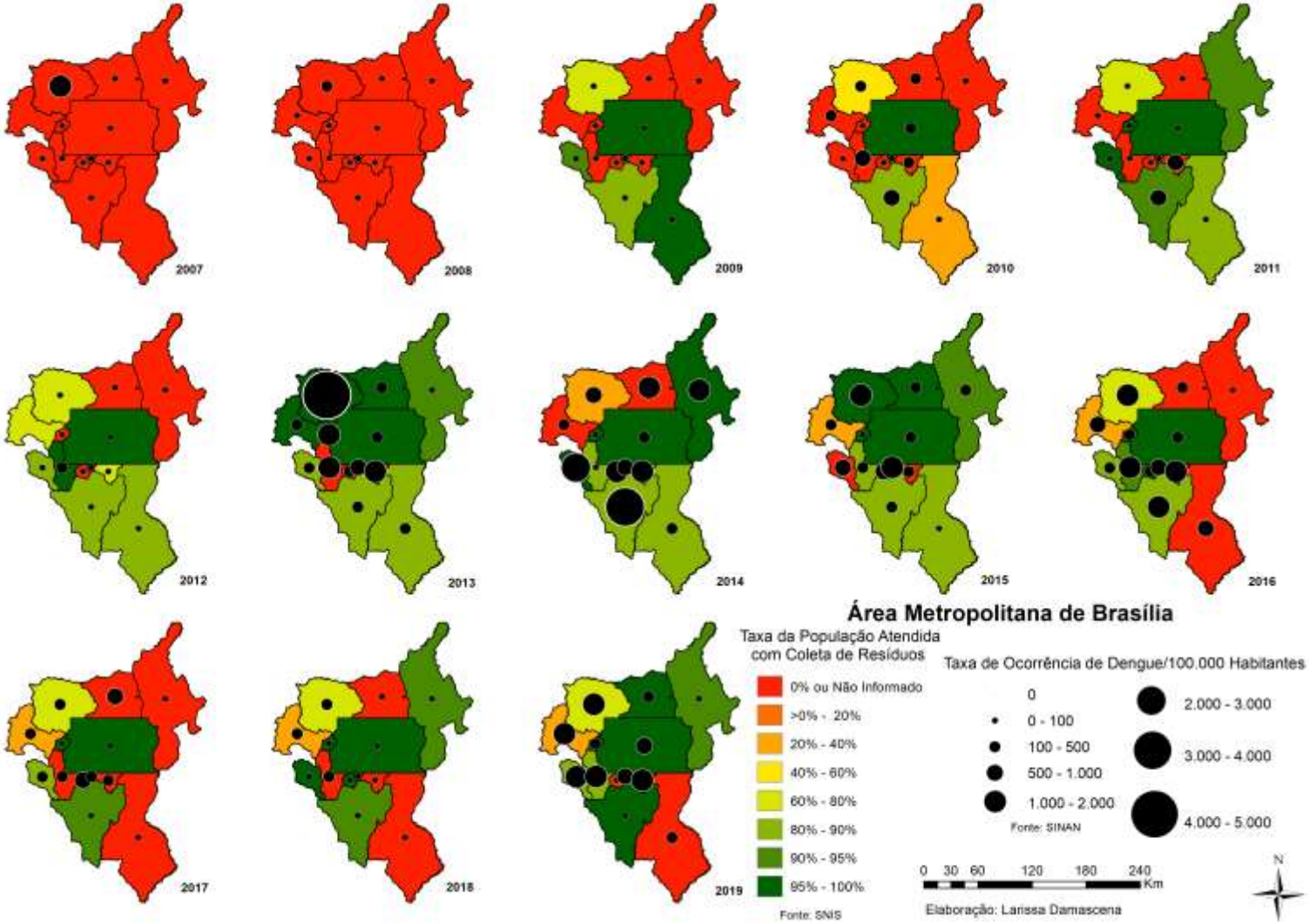


Figura 17 - Mapas temáticos do Taxa da População Atendida com Coleta de Resíduos e Taxa de Ocorrência de Dengue/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019.

No ano de 2014, a ocorrência de casos ainda estava bem alta, dessa vez o município e Luziânia foi o com a maior taxa, de 3.000-4.000 casos, seguido por Alexânia com 2.000-3.000 casos, em seguida Cidade Ocidental, Formosa, Novo Gama e Planaltina, com 1.000-2.000 casos. Em 2015, houve uma redução na incidência de casos, porém nos municípios de Padre Bernardo e Valparaíso houve um aumento dos casos, com uma taxa de 1.000-2.000 casos para 100.000 habitantes.

A taxa de casos não diminuiu em 2016, Padre Bernardo juntamente com Cidade Ocidental, Luziânia e Santo Antônio do Descoberto, tinham taxas entre 1.000-2.000 casos para 100.000 habitantes. O Distrito Federal mantém a mesma taxa desde 2013, de 100-500 casos. Em 2017 houve uma redução de casos na maior parte dos municípios, únicos municípios que tiveram um aumento foi o Novo Gama e Planaltina, com incidência de 500-1.000 casos.

A incidência de casos estava baixa em 2018, a maior parte dos municípios tinha uma taxa de ocorrência de 0-100 casos para 100.000 habitantes. Cocalzinho de Goiás, Padre Bernardo e Santo Antônio do Descoberto mantiveram as mesmas taxas de 2017, de 100-500 casos.

Com relação ao ano anterior, em 2019 houve um aumento considerável dos casos, os municípios de Alexânia, Cidade Ocidental, Cocalzinho de Goiás, Padre Bernardo e Santo Antônio do Descoberto tiveram uma taxa de 1.000-2.000 casos por 100.000 habitantes. No DF e em Valparaíso a taxa foi de 500-1.000 casos. Os únicos municípios que mantiveram a taxa em 0-100 casos foi Formosa, Luziânia e Novo Gama.

Analisando o município de Padre Bernardo, único que mantém sua taxa de atendimento de abastecimento de água inferior a 40%, é possível perceber quem na maior parte do período analisado o município esteve entre os que possuíam a maior taxa de ocorrência de dengue, chegando a ter a maior taxa de todo o período de estudo. Comparando-o ao município de Cocalzinho de Goiás, que por muitos anos também teve taxa de atendimento de abastecimento de água inferior a 40%, nota-se que sua taxa de ocorrência da doença se compara a outros municípios com um índice de atendimento de abastecimento de água superior.

Para Dantas Junior (2012), os déficits no sistema de abastecimento de água contribuem para a proliferação de criadouros do mosquito transmissor da Dengue em decorrência da impossibilidade de eliminação dos depósitos de armazenamento de água, como caixa d'água e depósitos em nível do solo.

O Distrito Federal é a única unidade que durante todo os anos que possui os melhores indicadores de saneamento. Quando comparado a outros municípios, a cidade não é a que possui a menor taxa de ocorrência da doença. É importante evidenciar que quando comparado à sua elevada população, os casos de dengue na cidade são muito maiores do que nas outras regiões. Seria necessário avaliar os dados do DF de forma individual, analisando os indicadores de dengue e saneamento por Região Administrativa, com intuito de averiguar a correlação entre esses indicadores.

Pela inconsistência dos dados de coleta de resíduos na região, não foi possível estabelecer qualquer correlação com a ocorrência de dengue. Paiva, Silva & Aguiar (2012), em estudo sobre a relação da dengue e o lixo, comprovaram que os criadouros do mosquito da dengue encontram-se em áreas urbanas, dentro das residências, acondicionados em vários tipos de resíduo. Observou-se que a maior incidência de dengue ocorreu em áreas próximas dos locais em que foram encontrados resíduos com possíveis focos do mosquito da dengue.

As Figuras 13, 14 e 15 apresentam a taxa de ocorrência de leptospirose para 100.000 habitantes na Área Metropolitana de Brasília associadas aos índices de água, esgoto e resíduos, entre os anos de 2007 a 2019.

Segundo FUNASA (2010), o tratamento e eliminação adequados de resíduos sólidos, visando eliminar os criadouros e esconderijos de ratos, animais envolvidos na transmissão da doença, caracteriza-se como uma medida de controle fundamental para a leptospirose.

Sua ocorrência está relacionada às precárias condições de infraestrutura sanitária e alta infestação de roedores infectados. As inundações propiciam a disseminação e a persistência do agente causal no ambiente, facilitando a ocorrência de surtos. Estão entre as medidas para evitar contrair a doença a utilização de água potável, filtrada, fervida ou clorada para consumo humano e a construção e manutenção permanente das galerias de águas pluviais e esgoto urbano (BRASIL, 2010).

De maneira geral, a ocorrência de leptospirose se distribuía, em média, por cinco municípios, em cada ano do período de estudo. No ano de 2007 Cristalina teve uma ocorrência de 2-4 casos por 100.000 habitantes. Em seguida vem Planaltina, com 1-2 casos e depois o Distrito Federal, Águas Lindas e Luziânia com uma taxa que vai de maior que 0-1 casos. Em 2008 a ocorrência de casos foi de 1-2 para Cidade Ocidental, Formosa e Novo Gama, o DF teve ocorrência de 0-1 casos.

Em 2009 Padre Bernardo teve a maior taxa de ocorrência, de 6-8 casos para 100.000 habitantes. Formosa teve uma taxa de 2-4 casos, Cidade Ocidental teve ocorrência de casos de 1-2 e o Distrito Federal e Luziânia esteve entre 0-1 casos. No ano de 2010, Planaltina e Novo Gama tiveram uma taxa de 1-2 casos e Águas Lindas e Distrito Federal uma taxa de 0-1 casos. 2011 foi o ano em que só o DF teve ocorrência de casos, uma taxa de 0-1.

Houve um aumento do número de casos em 2012, quando comparado ao ano anterior. Padre Bernardo teve uma taxa ocorrência de 2-4 casos por 100.000 habitantes. Planaltina teve uma taxa de 1-2 casos e Águas Lindas, Distrito Federal e Luziânia uma taxa de 0-1 casos. Em 2013, Águas Lindas, Luziânia e Valparaíso tiveram taxas de 1-2 casos e o DF e Novo Gama de 0-1 casos.

No ano de 2014, Cristalina teve uma taxa de 1-2 casos e o Distrito Federal, Formosa e Novo Gama, uma taxa de 0-1 casos. Em 2015, Padre Bernardo teve, novamente a maior taxa de ocorrência do período de análise, de 6-8 casos por 100.000 habitantes. Em 2016, 8 municípios da AMB tiveram ocorrência de casos, Alexânia teve uma taxa de 2-4 casos, Cidade Ocidental, Planaltina, Santo Antônio do Descoberto e Valparaíso, uma taxa de 1-2 casos e Água Lindas, Distrito Federal e Formosa uma taxa de 0-1 casos.

Em 2017, um menor número de municípios registrou casos de leptospirose, entre eles, Cidade Ocidental com uma taxa de 1-2 casos e DF, Luziânia e Valparaíso com uma taxa de 0-1 casos. Em 2018, a taxa de ocorrência foi praticamente a mesma do ano anterior, mudando somente para a ocorrência de 0-1 casos, para o Distrito Federal, Formosa e Novo Gama. Em 2019, somente o DF e Valparaíso tiveram casos da doença, com uma taxa de 0-1 casos.

Sobre a confiabilidade dos dados no SINAN, Saraceni et al. (2005) destaca que existe espaço para um esforço na qualificação da informação que é repassada para a base de dados oficial do SINAN, fazendo um alerta para aprimorar a qualidade dos registros nos vários níveis dos sistemas de saúde.

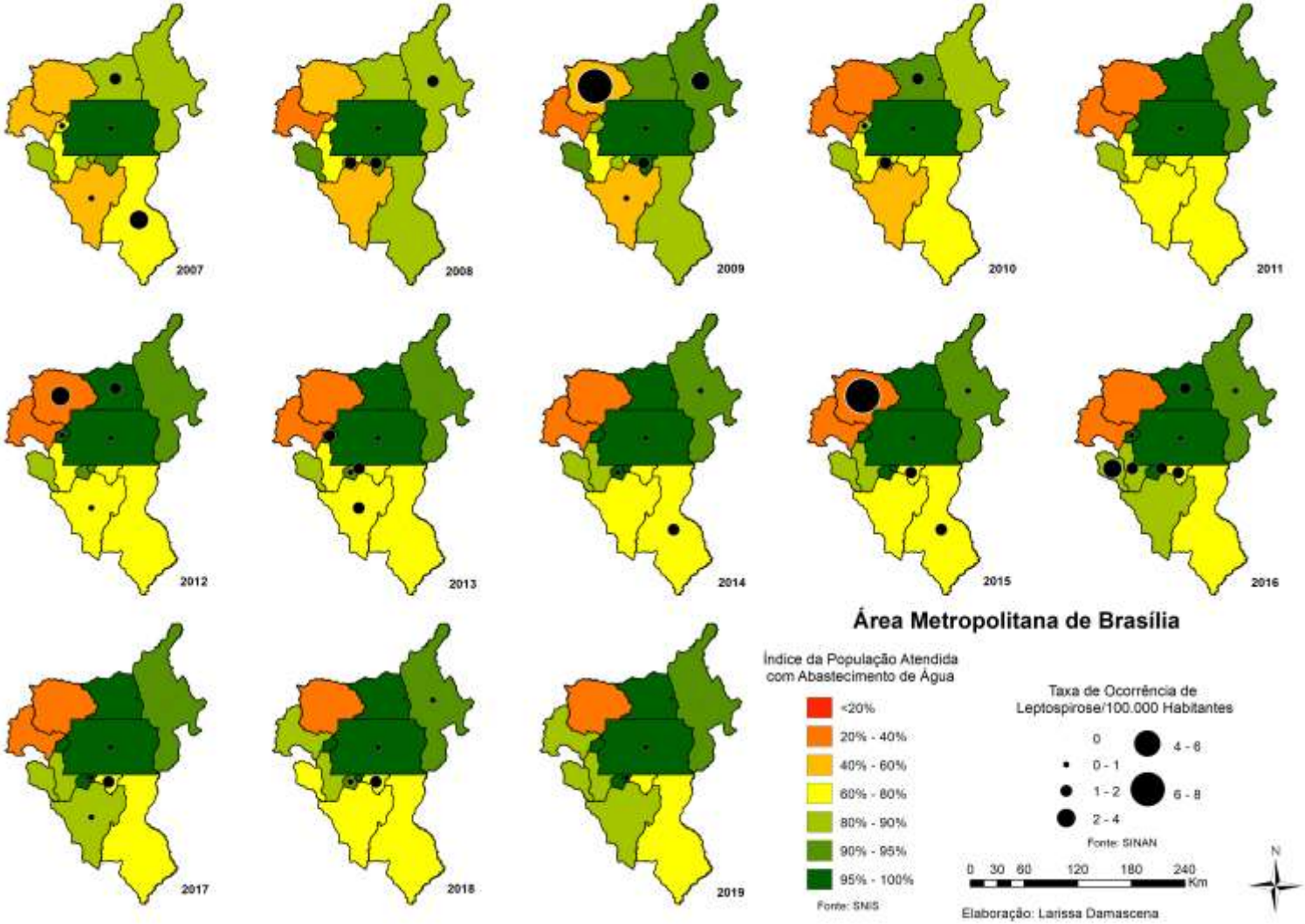


Figura 18 - Mapas temáticos do Taxa da População Atendida com Coleta de Resíduos e Taxa de Ocorrência de Leptospirose/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019.

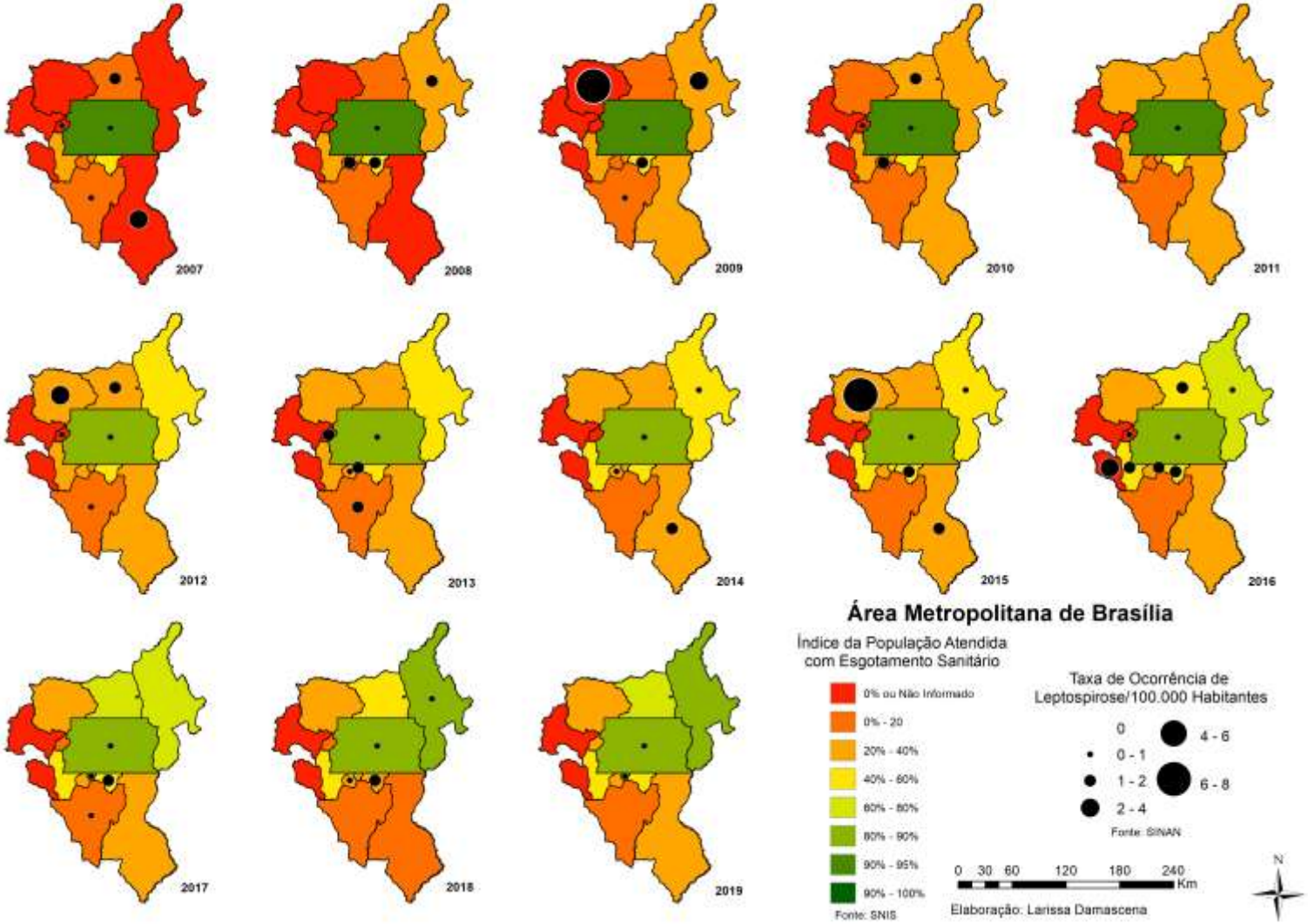


Figura 19 - Mapas temáticos do Índice da População Atendida com Esgotamento Sanitário e Taxa de Ocorrência de Leptospirose/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019.

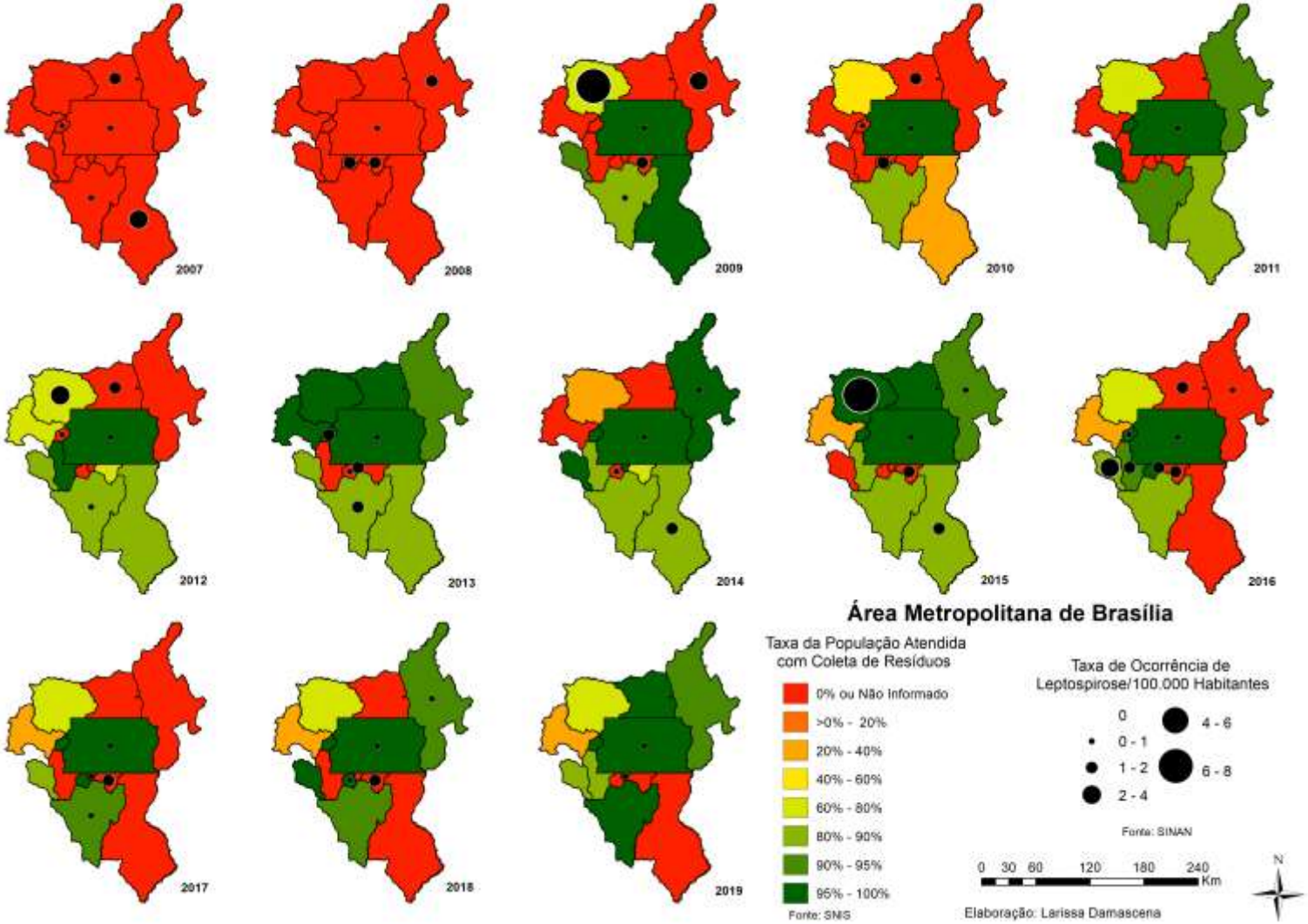


Figura 20 - Mapas temáticos do Taxa da População Atendida com Coleta de Resíduos e Taxa de Ocorrência de Leptospirose/100.000 Habitantes na AMB, nos anos de 2007 a 2019.

Padre Bernardo registrou duas vezes as maiores taxas de ocorrência da doença da região, comparando com o seu índice de atendimento de esgotamento sanitário, no ano de 2009 seu índice de atendimento era de 0% ou não foi informado ao SNIS, em 2015 seu índice de atendimento era de 20-40%. O município tem os piores índices de atendimento de abastecimento de água, de 20-40%.

Os municípios que tem os piores índices de atendimento de esgotamento sanitário são Alexânia e Cocalzinho de Goiás, com um índice de 0% durante todo o período. Alexânia registrou casos somente em 2016 e Cocalzinho de Goiás, como dito anteriormente, foi o único que não registrou nenhum caso durante todo o período.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A associação de dengue e leptospirose com a cobertura de saneamento não permitiu verificar se de fato a relação saúde-saneamento se estabelece nessa região. Era esperado que as maiores taxas das doenças estivessem em municípios com baixos índices de atendimento, porém essa relação ocorreu somente para o município de Padre Bernardo.

O fato de as informações serem fornecidas de forma geral para cada município também dificulta a análise. Se as informações fornecidas sobre doenças e saneamento fossem especializadas por bairros, permitiria verificar o local de ocorrência da doença e sua condição de saneamento, resultando em uma melhor análise dessa associação. É importante destacar que a somente a cobertura dos serviços de saneamento não traz resultados no que diz respeito à incidência de doenças. Os hábitos e o uso de maneira responsável desses serviços pelos habitantes devem ser examinados e incorporados nos estudos, para que os objetivos esperados sejam alcançados.

As bases de dados utilizadas também possuem uma fragilidade em suas informações. A utilização de outras bases de dados poderia contribuir para a pesquisa, os dados de coleta de resíduos comprovam bem essa fragilidade. Outra grande contribuição para essa pesquisa, seria a utilização de dados primários, sendo possível verificar a realidade local do saneamento em toda a Área Metropolitana de Brasília.

Quanto à análise espacial dos dados, recomenda-se em estudos futuros analisar a dependência espacial com a utilização de técnicas de estatística espacial para fornecer indicadores locais de autocorrelação entre os municípios, para os serviços de saneamento e indicadores como econômicos, de escolaridade, de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal entre outros, considerando a grande influência do Distrito Federal na AMB, para que possam ser criadas políticas públicas que promovam a equidade e a não discriminação no acesso aos serviços.

Este estudo é o primeiro a analisar a associação espacial entre a cobertura de saneamento básico e saúde na AMB. Apesar de os resultados deste estudo não conseguirem estabelecer a associação entre o índice de atendimento em saneamento básico e a ocorrência das doenças analisadas, eles mostram que existem muitas diferenças nos indicadores de saneamento na região e evidencia a necessidade de diminuição das desigualdades na cobertura dos serviços de saneamento básico, visando à melhoria das condições de saúde das populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banerjee, A. V.; Duflo, E. A. Economia dos Pobres, 1 ed., 2011.

Barcellos, C. *et al*. Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 597-605, July 1998.

Barreto, S. E. O. (2016). Procedimento para Avaliação de Desempenho de Sistemas Municipais de Gestão de Resíduos Sólidos: Aplicação ao Caso da RIDE-DF e Entorno. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH. DM – 184/2016, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 143p.

Brasil. Lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm Acesso em: 15 maio 2019.

_____. Lei n.º 14.026, de 15 de julho de 2020. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm Acesso em: 13 março 2021.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Guia de vigilância epidemiológica / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 7. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 816 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos)

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Doenças parasitárias: guia de bolso. 8. ed. rev. Brasília. 2010. 448 p.: II, - (Série B. Textos Básicos de Saúde)

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Sistema de Informação de Agravos de Notificação–Sinan: normas e rotinas / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Editora do Ministério da

Saúde, 2006. 80 p.: il.– (Série A. Normas e Manuais Técnicos) Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sistema_informacao_agravos_notificacao_sinan.pdf Acesso em: 14 abr. 2021.

_____. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. 116 p.

_____. Ministério da Saúde. Política nacional de saúde ambiental para o setor saúde. Brasília: Secretaria de Políticas de Saúde,1999.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). 2021 Disponível em: http://www.snis.gov.br/perguntas-frequentes Acesso em: 10 mar. 2021.

_____. Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). 2013.

_____. Secretaria de Comunicação Social. Agência Senado, Jornal do Senado Brasília é cercada por cinturão de pobreza, apesar de dinamismo econômico da região. Brasília: Senado Federal, 2020.

Câmara, G. *et al.* Análise espacial e geoprocessamento. In: Druck, S.; Carvalho, M. S.; Câmara, G.; Monteiro, A. V. M. (eds). Análise espacial de dados geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2004.

Cancian, N; Ladeira, P. Em cinco anos, doenças por falta de saneamento custam R$ 1 bi ao SUS: para pesquisadores, gasto com ocorrências ligadas ao contato com água contaminada é subestimado. Folha de São Paulo, São Paulo, 17 de outubro de 2019. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/10/em-cinco-anos-doencas-por-falta-de-saneamento-custam-r-1-bi-ao-sus.shtml. Acesso em: 03 abr. 2021.

Castro, L. M. A. Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água. 2007.

CODEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento do Distrito Federal. Atlas do Distrito Federal. Org.: Kássia Batista de Castro, Larissa Ane de Sousa Lima. Brasília, 2020.

_____. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento do Distrito Federal. Delimitação do Espaço Metropolitano de Brasília (Área Metropolitana de Brasília). Nota Técnica no 01/2014. Brasília. 2014.

_____. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento do Distrito Federal. Região Metropolitana do Distrito Federal: Subsídios técnicos para a sua criação. Brasília, 2019.

_____. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento do Distrito Federal. Nascimento O. S. Abandono do entorno: comparativo entre os repasses federais à área metropolitana de Brasília e à região metropolitana de Goiânia. Brasília, 2020.

Costa, S. S. *et al*. Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a associação entre saneamento e saúde de base municipal. Engenharia Sanitária e Ambiental, [s.l.], v. 10, n. 2, p.118-127, jun. 2005. http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522005000200005.

Damascena, L.; Minoti, R. T. Diagnóstico preliminar da ocorrência de doenças associadas à precariedade ou ausência dos serviços de saneamento básico na RIDE DF e Entorno. Congresso de Iniciação Científica da UnB e Congresso de Iniciação Científica do DF, Brasil, 2018. Disponível em: http://conferencias.unb.br/index.php/iniciacaocientifica/24CICUNB15DF/paper/view/15264. Acesso em: 03 jun. 2019.

Dantas Junior, Pedro Celestino. Impacto do abastecimento irregular de água nos altos índices de dengue. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental; Meio Ambiente; Recursos Hídricos e Hidráulica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012

DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Indicadores e Dados Básicos de Saúde – Brasil - 2021. Disponível em: http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02. Acesso em: 20 fev. 2021.

Ferreira, M. P.; Garcia, M. S. D. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. Dignidade Revista, v. 2, n. 3, p. 12, 2017.

Figueiredo, B; Lacerda, L; Baracho, R. O.; Cordeiro Netto, O. Panorama do saneamento básico na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno: Tipificação dos problemas existentes. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322204138_panorama_do_saneamento_basico_na_regiao_integrada_de_desenvolvimento_do_distrito_federal_e_entorno_tipificacao_dos_problemas_existentes. Acesso em: 20 abr. 2021

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. Ministério da Saúde. Relatório analisa os riscos da privatização do saneamento para os direitos humanos. Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/noticia/relatorio-analisa-os-riscos-da-privatizacao-do-saneamento-para-os-direitos-humanos. Acesso em: 29 maio 2021.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010. 246 p. il funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/estudospesquisas_coletaseletiva.pdf

_____. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Manual de Saneamento/Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 4. ed. – Brasília, 2015.

Heller, L. *et al.* Saneamento e saúde. In: Saneamento e saúde. OPS, 1997.

Heller, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. Ciência & Saúde Coletiva, v. 3, p. 73-84, 1998.

Heller, L.; Nascimento, N. O. Pesquisa e desenvolvimento na área de saneamento no Brasil: necessidades e tendências. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 1, p. 24-35, 2005.

Instituto Trata Brasil; Benefícios Econômicos e Sociais da Expansão do Saneamento no Brasil, 2014.

Krempi, A. P. Explorando recursos de estatística espacial para análise da acessibilidade da cidade de Bauru. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Lima, C. J. S. Uso do geoprocessamento na análise da relação dos casos de Covid-19 e abastecimento de água e esgotamento sanitário na cidade de São Luís - MA. 2020. 58 p.

Magalhães Jr, A.P. (2007). Indicadores ambientais e recursos hídricos. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 688p.

Magalhães Jr, A. P.; Cordeiro Netto, O. M.; Nascimento, N. O. Os indicadores como instrumentos potenciais de gestão das águas no atual contexto legal-institucional do Brasil-resultados de um painel de especialistas. Rev. Bras. Recursos Hídricos, v. 8, p. 49-67, 2003.

Massa, K. H. C.; Chiavegatto Filho, A. D. P. Saneamento básico e saúde autoavaliada nas capitais brasileiras: uma análise multinível. Rev. bras. epidemiol., Rio de Janeiro, v. 23, e200050, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1980-549720200050. Acesso em: 16 mar. 2021.

Medronho, R. A.; Santos, M. O.; Pinto, C. A. L. Analise espacial em saúde. In: Saneamento e Saúde nos países em desenvolvimento. Rio de Janeiro, CC&P Editores Ltda, 1997.

Miguel, E; Kremer, M. Worms: identifying impacts on education and health in the presence of treatment externalities, Econometrica, 72 (1), 159-217, Jan. 2004.

Moraes, A. R.; Minoti, R. T.; Bernardes, R. S. O uso de redes causais e indicadores para promoção da qualidade ambiental: enfoque para os serviços ambientais de áreas alagáveis. OLAM-Ciência & Tecnologia, v. 10, n. 1, 2010.

Moraes, L. S.; Borja, P. C. Revisitando o conceito de saneamento básico no Brasil e em Portugal. Politécnica (Instituto Politécnico da Bahia), v. 20, p. 5-11, 2007.

Murtha, N. T.; Castro, J. E.; Heller, L. Uma Perspectiva Histórica das Primeiras Políticas Públicas de Saneamento e de Recursos Hídricos no Brasil. Ambiente & Sociedade, 18(3), 193-210. (2015). Disponível em: https://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1047V1832015 Acesso em 15 mai. 2019.

Nações Unidas. General Assembly. A/RES/64/292. The human right to water and sanitation. 2010. Disponível em http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292. Acesso em: 20 jun. 2019.

Nunes, L.; Diaz, R. A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. Revista de Direito da Faculdade Guanambi, v. 7, n. 02, p. e292, 17 dez. 2020.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Diretrizes para Saneamento e Saúde [Guidelines on sanitation and health]. Genebra, 2019.

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde. La salud en las Américas. Publicación Científica y Técnica n. 587, vol. II. Washington, EUA; 2002. Disponível em:<http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=16931& Itemid. Acesso em: 03 abr 2021.

Paiva, S. A.; Silva, S. C. S.; Aguiar, V. G. Dengue versus lixo uma problemática no jardim nova esperança. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 3, 2012. Goiânia. Anais. Goiânia: s.n., 2012.

Pontili, R. M.; Kassouf, A. L. Fatores que afetam a frequência e o atraso escolar, nos meios urbano e rural, de São Paulo e Pernambuco, Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 45, n. 1, Brasília, jan/mar 2007.

Prado, M. S. *et al*. Prevalência e intensidade da infecção por parasitas intestinais em crianças na idade escolar na Cidade de Salvador (Bahia, Brasil). Rev. Soc. Bras. Med. Trop. [online]. 2001, vol.34, n.1, pp.99-101. ISSN 0037-8682.

Rezende, S. C.; Heller, L. O saneamento no Brasil: políticas e interfaces. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. 387 p.

Rodrigues, B. T. Utilização de técnicas de geoprocessamento para o mapeamento das línguas negras das praias urbanas de Maceió - AL. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Alagoas – IFAL. Marechal Deodoro. 2011.

Saiani, C. C. S. Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil. Prêmio IPEA-CAIXA.Brasília, 2006.

Santos, L.; Raia Jr, A. A. Análise Espacial de Dados Geográficos: A Utilização da Exploratory Spatial Data Analysis – ESDA para Identificação de Áreas Críticas de Acidentes de Trânsito no Município de São Carlos (SP). Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.18 (35), p. 97-107, dez. 2006.

Santos, F. F. S. *et al*. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.4, n.1. 241-251 (2018)

Saraceni, V. *et al*. (2005). Estudo de confiabilidade do SINAN a partir das Campanhas para a Eliminação da Sífilis Congênita no Município do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Epidemiologia, 8(4), 419-424. Disponpivel em: https://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2005000400010 Acesso em: 04 abr. 2021.

Schady, N. Early childhood development in Latin America and the Caribbean, World Bank Policy Research, Working Paper 3869, March 2006.

Schvarsberg, B. A carroça ao lado do avião: o direito à cidade metropolitana em Brasília. Cad. Metrop., São Paulo, v. 19, n. 38, p. 313-334, abr. 2017.

Scriptore, J. S.; Azzoni, C. R.; Menezes Filho, N. A. Os impactos do saneamento básico sobre a educação: Usando a privatização como variável instrumental.

Silveira, R. B.; Heller, L.; Rezende, S. Identificando correntes teóricas de planejamento: uma avaliação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). Revista de Administração Pública, v. 47, n. 3, p. 601-622, 2013.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2021. Séries Históricas. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em 20 de fev. 2021.

SNIS-AE. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017. Brasília: SNS/MDR, 2019.

SNIS-AP. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo das Águas Pluviais Urbanas – 2017. Brasília: SNS/MDR, 2019.

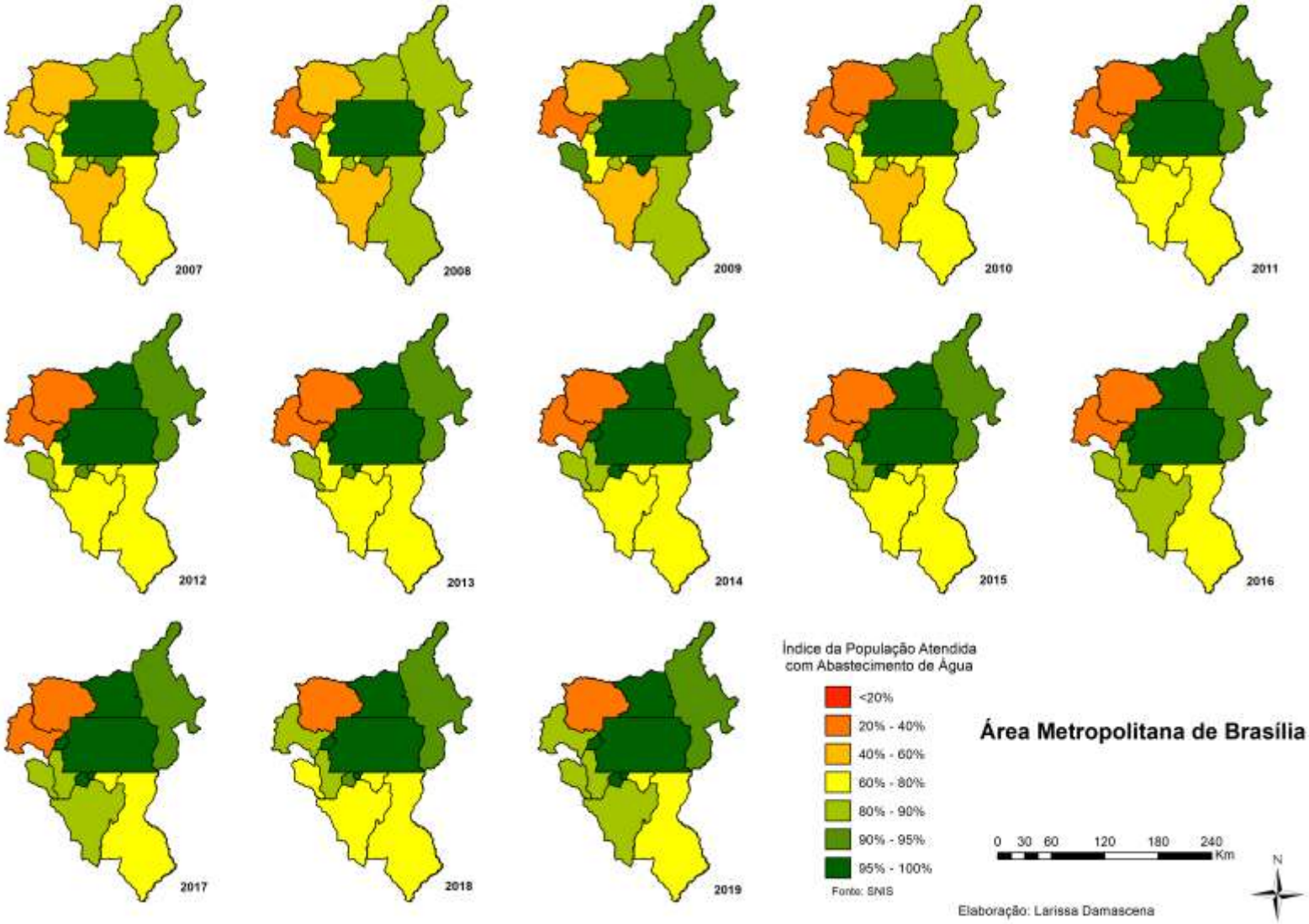
SNIS-RS. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017. Brasília: MDR/SNS, 2019.

Soares, S. R. A.; Bernardes, R. S.; Cordeiro Netto, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cadernos de Saúde Pública, [s.l.], v. 18, n. 6, p.1713-1724, dez. 2002. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2002000600026.

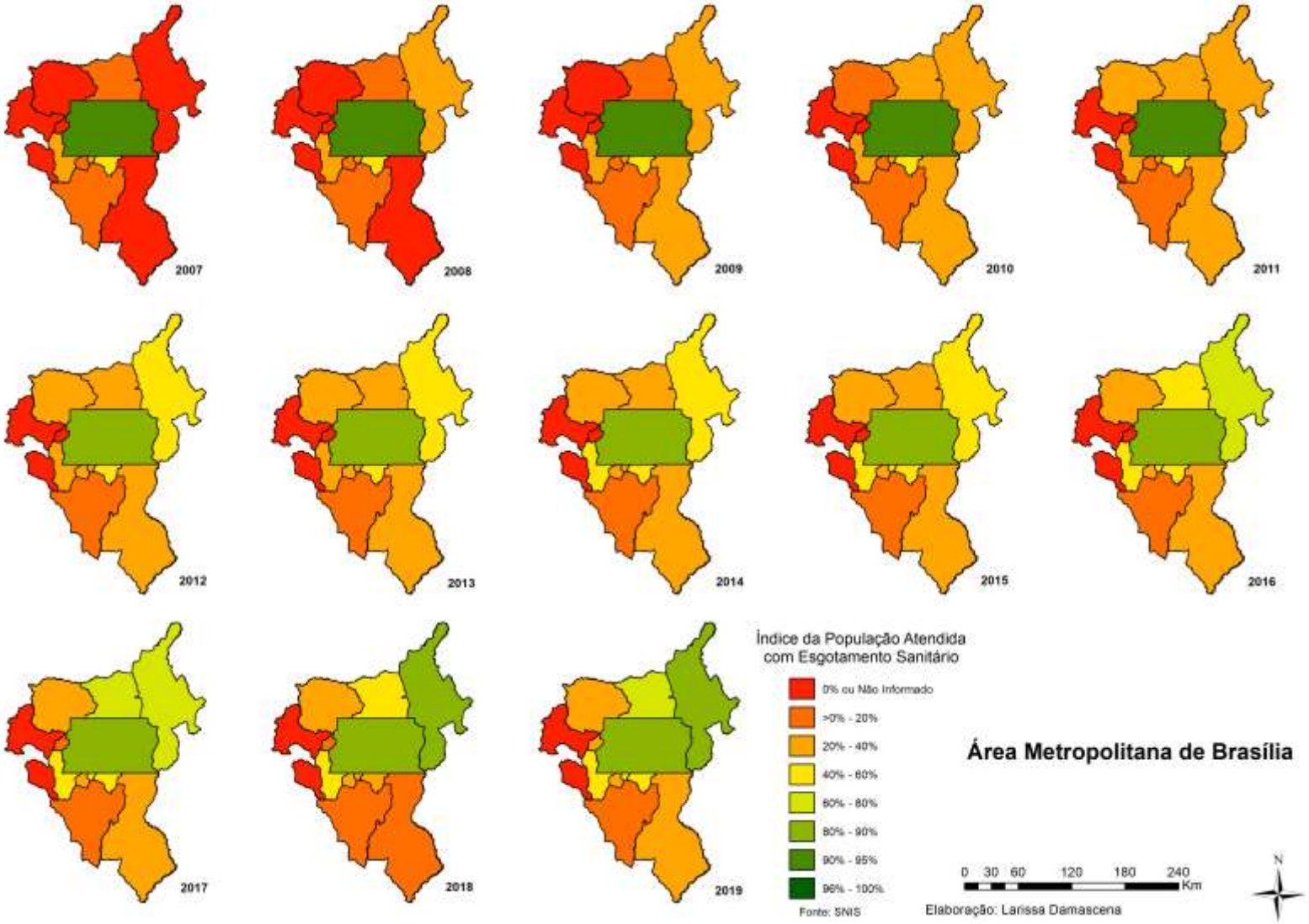
Souza, C. M. N. *et al.* Saneamento: promoção da saúde, qualidade de vida e sustentabilidade ambiental. SciELO-Editora FIOCRUZ, 2015.

Toniolo, B.P. *et al*. Uso do Geoprocessamento na Análise de Indicadores de Saneamento Básico e Densidade Populacional na Sabesp Oeste. In: Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente, 2020.

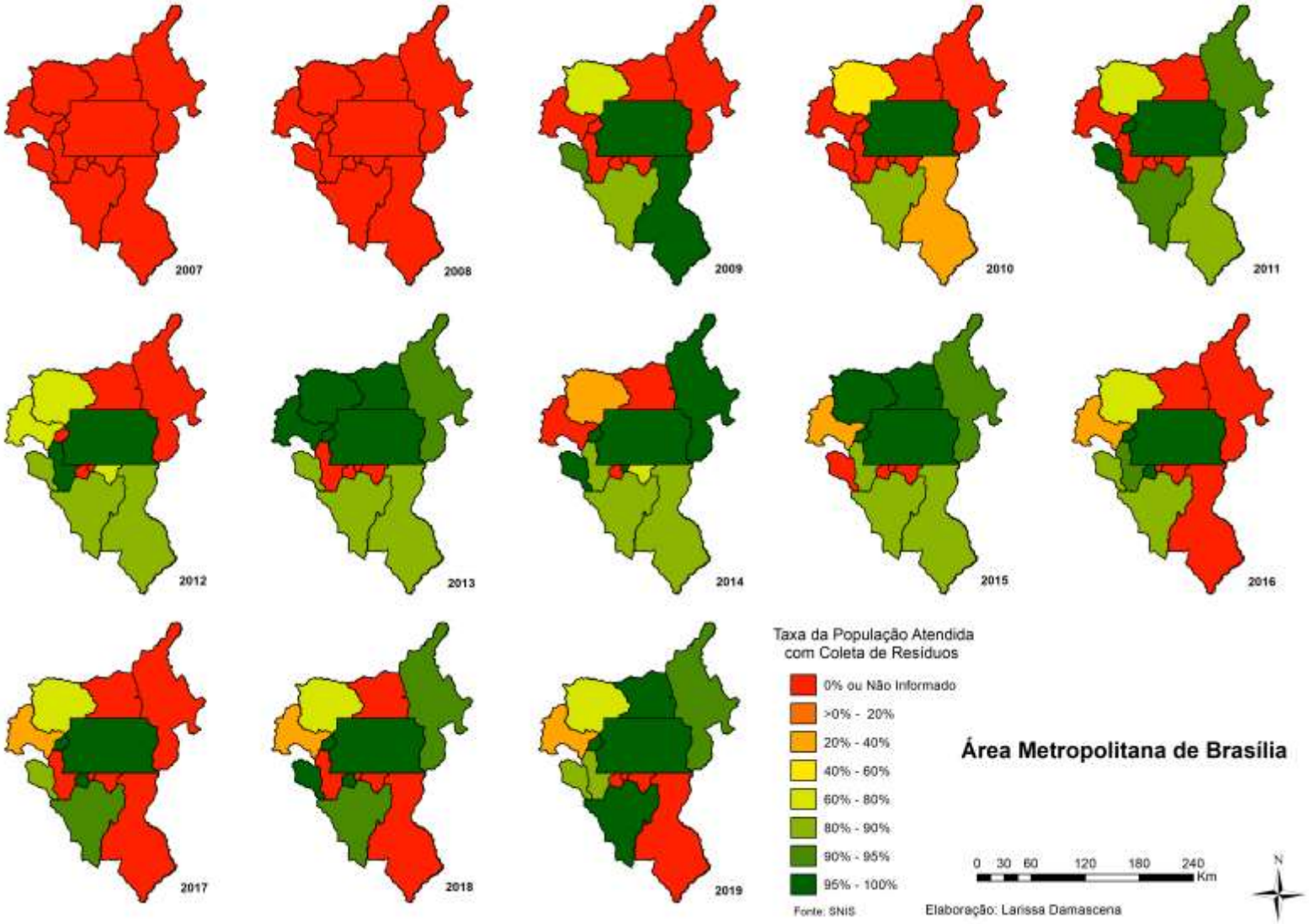
APÊNDICE 1



Mapas temáticos do Taxa da População Atendida com Abastecimento de Água, nos anos de 2007 a 2019.



Mapas temáticos do Índice da População Atendida com Esgotamento Sanitário, nos anos de 2007 a 2019.



Mapas temáticos do Taxa da População Atendida com Coleta de Resíduos, nos anos de 2007 a 2019.