



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GISLEY CARLA CASTRO DA SILVA

IMPACTO DO CRESCIMENTO URBANO NOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO
BÁSICO NO BAIRRO ALTO DO SUMARÉ EM MOSSORÓ-RN

MOSSORÓ

2020

GISLEY CARLA CASTRO DA SILVA

IMPACTO DO CRESCIMENTO URBANO NOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO
BÁSICO NO BAIRRO ALTO DO SUMARÉ EM MOSSORÓ-RN

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Maria Josicleide Felipe
Guedes

MOSSORÓ

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS158 SILVA, GISLEY CARLA CASTRO DA.
6i IMPACTO DO CRESCIMENTO URBANO NOS SERVIÇOS DE
SANEAMENTO BÁSICO NO BAIRRO ALTO DO SUMARÉ EM
MOSSORÓ-RN / GISLEY CARLA CASTRO DA SILVA. - 2020.
73 f. : il.

Orientadora: MARIA JOSICLEIDE FELIPE GUEDES.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2020.

1. Expansão urbana. 2. Consumo de água. 3.
Esgotamento sanitário. 4. Resíduos da construção
civil. 5. Sistema de drenagem urbana.. I. GUEDES,
MARIA JOSICLEIDE FELIPE, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

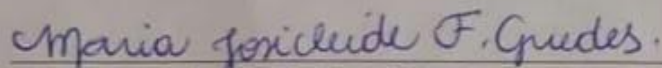
GISLEY CARLA CASTRO DA SILVA

IMPACTO DO CRESCIMENTO URBANO NOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO
BÁSICO NO BAIRRO ALTO DO SUMARÊ EM MOSSORÓ-RN

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

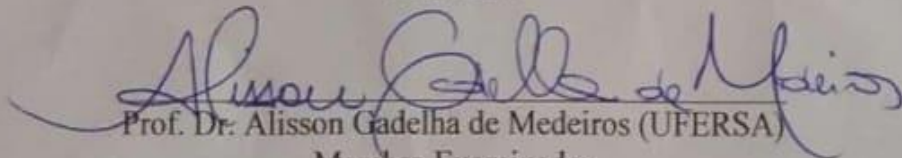
Defendida em: 07/02/2020

BANCA EXAMINADORA



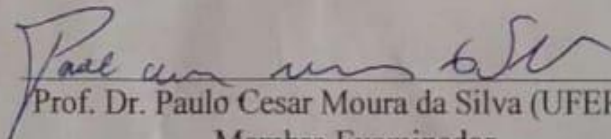
Profa. Dra. Maria Josicleide Felipe Guedes (UFERSA)

Presidente



Prof. Dr. Alisson Gadelha de Medeiros (UFERSA)

Membro Examinador



Prof. Dr. Paulo Cesar Moura da Silva (UFERSA)

Membro Examinador

*À minha avó que tanto sinto saudades, exemplo
de mulher, Maria José (In Memoriam).*

À minha família, base forte em minha caminhada (presentes).

AGRADECIMENTOS

Agradeço aquele que esteve comigo em todos os momentos de minha vida, aquele que me protege, me suporta, me consola, me conhece. Agradeço a Ele por me repreender, me compreender, me auxiliar e me amar, pois, sem Ele, nem esta e nenhuma outra conquista em minha vida seria possível. Agradeço ao meu Deus, aquele que tem sonhos maiores e melhores que os meus.

A minha avó, Maria José, por ter acreditado tanto em mim e auxiliado da maneira que pôde e enquanto pôde antes de partir.

Aos meus pais, Maria Izanira e José Maria, que tanto batalharam por cada pequena vitória minha, que não descansaram para que eu pudesse descansar, que sonharam junto comigo e acreditaram que tudo que eu quisesse eu conseguiria, bastava acreditar e trabalhar duro. A eles, essa e as próximas conquistas.

A minha amiga, Deusiana, pelo companheirismo e amizade, por me escutar e me auxiliar com palavras de incentivo e momentos de descontração.

Ao Prof. Dr. Paulo Cesar Moura da Silva pela colaboração que foi de grande valia para a conclusão desse estudo.

A minha orientadora, Profa. Dra. Maria Josicleide Felipe Guedes, por muito mais que orientações de cunho acadêmico mas, principalmente, pelo apoio e incentivo, por acreditar que a conclusão desse trabalho seria possível e por tamanha paciência e carinho dedicados a uma aluna.

“Ó profundidade das riquezas, tanto da sabedoria, como do conhecimento de Deus! Quão insondáveis são os seus juízos, e quão inescrutáveis os seus caminhos! Porque, quem compreendeu a mente do Senhor? Ou quem foi o seu conselheiro? Ou quem lhe deu primeiro a ele, para que lhe seja recompensado? Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente. Amém.”

(Romanos 11:33,36)

RESUMO

Por vezes, o crescimento urbano acelerado pode influenciar negativamente nas dinâmicas que se desenvolvem nas cidades. E neste cenário de crescimento e aglomeração de pessoas, em espaços cada vez menores, o acesso aos serviços de saneamento básico reflete diretamente na qualidade de vida da população. Neste contexto, por meio desta pesquisa, objetivou-se avaliar o impacto do crescimento urbano no sistema de saneamento básico do bairro Alto do Sumaré, Mossoró-RN. A metodologia consistiu na identificação e caracterização do caso de estudo, coleta e processamento de dados (consumo de água, habite-ses, pontos de resíduos da construção civil, quadras urbanizadas, arruamentos), modelagem espacial através do uso do programa Qgis e análise do impacto do crescimento urbano. Por meio dos resultados obtidos, verificou-se um aumento na densidade urbana do bairro, de 14,79% para 28,93%, entre os anos de 2009 a 2019, resultando em um aumento de 101,15% no consumo de água para o mesmo período de referência. Em virtude de tal evidência, foram propostas a utilização de alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda de água, no nível de micromedição, a exemplo da utilização de bacia sanitária *dual-flush*, fato que resultaria numa economia de água de 6,15%. Verificou-se também, que a área da quadra urbanizada tem diminuído em 6,49% em média, à medida que, o seu número tem crescido (de 217 para 454), podendo vir a inviabilizar o uso de sistemas individuais de esgoto na área. A densidade de pontos de resíduos da construção civil, de 11,27 pontos.km⁻², evidenciam a importância e urgência de elaboração de um plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil (PIGRCC), que contemple políticas públicas para a instalação de pontos de entrega voluntária de resíduos. Por fim, constatou-se a necessidade do fomento à implementação de alternativas que visem o aumento da área não permeável na região urbana, a que tem diminuído frente a crescente densidade de área pavimentada no bairro.

Palavras-chave: Expansão urbana. Consumo de água. Esgotamento sanitário. Resíduos da construção civil. Sistema de drenagem urbana.

ABSTRACT

Sometimes, accelerated urban growth can negatively influence the dynamics that develop in cities. And in this scenario of growth and agglomeration of people, in increasingly smaller spaces, access to basic sanitation services directly reflects on the population's quality of life. In this context, through this research, the objective was to assess the impact of urban growth on the basic sanitation system in the Alto do Sumaré neighborhood, Mossoró-RN. The methodology consisted of the identification and characterization of the case study, data collection and processing (water consumption, housing, points of construction waste, urbanized blocks, streets), spatial modeling through the use of the Qgis program and analysis of the impact of urban growth. Through the results obtained, there was an increase in the urban density of the neighborhood, from 14.79% to 28.93% between the years 2009 to 2019 resulting in an increase of 101.15% in water consumption for the same reference period. In view of this evidence, the use of technological alternatives to manage water demand at the micro-measurement level has been proposed, such as the use of a dual-flush toilet bowl, a fact that would result in a 6.15% water saving. It was also found that the area of the urbanized block has decreased by 6.49% on average, as its number has grown (from 217 to 454), which may make the use of individual sewage systems in the area unfeasible. The density of civil construction waste points, of 11.27 points.km-2, shows the importance and urgency of elaborating an integrated civil construction waste management plan (PIGRCC), which contemplates public policies for the installation of voluntary waste delivery points. Finally, there was a need to encourage the implementation of alternatives aimed at increasing the non-permeable area in the urban region, which has been decreasing in view of the growing density of paved area in the neighborhood.

Keywords: Urban expansion. Water consumption. Sewage. Construction waste. Urban drainage system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Proporção de municípios por situação da política municipal de saneamento básico, segundo as classes de tamanho da população dos municípios - 2011/2017.....	24
Figura 2 - Sistemas de esgotamento individuais (estático) e coletivos (dinâmico).....	29
Figura 3 - Sistemas de esgotamento sanitário separador e combinado.	30
Figura 4 - Situação da coleta e tratamento de esgotos no Brasil.	31
Figura 5 - Extensão dos rios brasileiros comprometidos pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), segundo os limites das classes de enquadramento.	32
Figura 6 - Soluções e práticas de afastamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil, em 2017.	34
Figura 7 - Esquema simplificado da estrutura do Sistema de Informação Geográfica (SIG). .	37
Figura 8 - Etapas metodológicas da pesquisa.	39
Figura 9 - Mapa de localização do município de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte.	41
Figura 10 - Cobertura do sistema de esgotamento sanitário de Mossoró.....	43
Figura 11 - Áreas para destinação dos resíduos sólidos coletados pela Prefeitura.....	44
Figura 12 - Sede da Petrobras em Mossoró às margens da Avenida Wilson Rosado (Avenida do Contorno), bairro Alto do Sumaré.....	46
Figura 13 - Mapa de localização do bairro Alto do Sumaré no município de Mossoró-RN....	47
Figura 14 - Registro de disposição inicial dos dados de habite-ses.....	48
Figura 15 - Fichamento para catalogação de pontos de RCC provenientes de pequenos geradores.....	49
Figura 16 - Vista área do bairro Alto do Sumaré, Mossoró-RN.....	51
Figura 17 - Relação de habite-ses expedidos em Mossoró-RN e no bairro Alto do Sumaré. ..	53
Figura 18 - Proporção de habite-ses expedidos em Mossoró-RN e no bairro Alto do Sumaré.	54
Figura 19 - Mapa do bairro Alto do Sumaré, com quadras urbanizadas em evidência - 2009.	55
Figura 20 - Mapa do bairro Alto do Sumaré, com quadras urbanizadas em evidência - 2014.	56
Figura 21 - Mapa do bairro Alto do Sumaré, com quadras urbanizadas em evidência - 2019.	56
Figura 22 - Consumo de água no bairro do Alto do Sumaré.	58
Figura 23 - Kit universal de duplo acionamento para bacias sanitárias com caixa acoplada. ..	59
Figura 24 - Distribuição espacial de resíduos da construção civil na área urbanizada do bairro Alto do Sumaré.....	61

Figura 25 - Mapa de arruamento do bairro Alto do Sumaré.	63
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais empresas da construção civil com atuação no bairro Alto do Sumaré..52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de municípios por tipo de disposição final adotada para o ano de 2017.	33
Tabela 2 - Resumo das quadras urbanizadas no bairro Alto do Sumaré.	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIG	Sistema de informação geográfica
PMSB	Plano municipal de saneamento básico
GC	<i>Gated communities</i>
NU	New urbanism
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MUNIC	Pesquisa de informações básicas municipais
PL	Projeto de lei
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANA	Agência Nacional de Águas
UNRIC	Centro regional de informação das nações unidas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
NBR	Norma brasileira
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
RSU	Resíduos sólidos urbanos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Planos municipais de gestão integrada dos resíduos sólidos
RCC	Resíduos da construção civil
PEV	Ponto de entrega voluntária
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	Sistema de posicionamento global
CAERN	Companhia de água e esgoto do Rio Grande do Norte
ITB	Instituto Trata Brasil
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
EEE	Estação elevatória de esgoto
SEIMURB	Secretaria de Infraestrutura, Meio ambiente, Urbanismo e Serviços Urbanos
PDDU	Plano diretor de drenagem urbana
KML	<i>Keyhole Markup Language</i>
TJR	Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Norte
SEBRAE	Serviço de brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PIGRCC	Plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil
IPTU	Imposto predial e territorial urbano
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Objetivos	17
1.1.1 Objetivo geral.....	17
1.1.2 Objetivos específicos	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Aspectos conceituais	19
2.2 Expansão urbana.....	20
2.2.1 Adensamento, espraiamento urbano e descentralização	22
2.3 Saneamento básico	24
2.3.1 Aspectos legais.....	24
2.3.2 Abastecimento de água	25
2.3.3 Esgotamento sanitário	28
2.3.4 Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos	33
2.3.5 Drenagem e manejo de águas pluviais	35
2.4 Sistemas de informação geográfica (SIG).....	36
3 METODOLOGIA.....	39
3.1 Etapa 1 – identificação e caracterização do caso de estudo	40
3.1.1 Abastecimento de água	41
3.1.2 Esgotamento sanitário	42
3.1.3 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	44
3.1.4 Drenagem e manejo de águas pluviais	45
3.1.5 Bairro Alto do Sumaré, Mossoró-RN	45
3.2 Etapa 2 – coleta e processamento de dados.....	48
3.3 Etapa 3 – modelagem espacial	50
3.4 Etapa 4 – análise do crescimento urbano no bairro Alto do Sumaré.....	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1 Análise do crescimento urbano no bairro Alto do Sumaré.....	53
4.1.1 Impactos no consumo de água	57
4.1.2 Impactos no sistema de esgoto	60
4.1.3 Impactos na geração de resíduos da construção civil	61
4.1.4 Impactos no sistema de drenagem.....	62

5 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

A busca por um desenvolvimento sustentável tem se mostrado uma preocupação cada vez maior no mundo todo. E o acesso aos serviços de saneamento básico reflete diretamente na qualidade de vida da população neste novo cenário de crescimento e aglomeração de pessoas, em espaços cada vez menores.

Nessa nova dinâmica urbana instalada atualmente, o processo de urbanização social e territorial tem ganhado espaço em estudos e pesquisas, abordando os impactos, diretos e indiretos, nos processos que se desencadeiam na sociedade. Contudo, a minimização desses impactos, por meio de políticas públicas, tem sido negligenciada. Cabe, então, refletir sobre as formas de intervenção que visem minimizar os impactos negativos do crescimento urbano na vida da população.

Por vezes, o crescimento urbano acelerado acaba por afetar negativamente a qualidade de vida nas cidades. O abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas são fatores de fundamental importância não só para a manutenção da qualidade de vida de uma comunidade, minimizando assim os danos à saúde pública, como também para o meio ambiente (MOSSORÓ; START, 2016).

É possível aqui destacar, que é de conhecimento geral, os benefícios da implementação de um sistema de saneamento básico. Contudo, em sua maioria, os municípios brasileiros não apresentam uma prestação satisfatória desses serviços. A falta de planejamento mostra-se como ponto importante, resultando em uma distribuição irregular de água, disposição inadequada de resíduos sólidos e esgoto, o que favorece a aparição de vetores de doenças e causam também alagamento. Neste sentido, a fiscalização também não é eficaz e os serviços já disponibilizados não recebem a regulação devida (MOSSORÓ; START 2016).

Construídos para serem robustos, os sistemas de saneamento são idealizados para comportar uma possível variabilidade e suportar eventos extremos, em que são projetados com base no crescimento previsto da população ao longo da vida útil dos ativos (RIVAS et al., 2008). Contudo, essa abordagem pode resultar na ineficiência dos sistemas se os cálculos dos horizontes de projeto não se concretizarem (ROEFS et al., 2017). Pode-se acrescentar também que, a construção robusta inviabiliza alterações entre as fases dos projetos e planos, mostrando uma flexibilidade reduzida em relação a projetos mais enxutos (SPILLER et al., 2015).

Diante desse cenário, é visto que a expansão urbana tem gerado impactos múltiplos e os recursos computacionais têm mostrado importante contribuição para o desenvolvimento de

análises diversas sobre o meio urbano. Como exemplo, tem-se os sistemas de informação geográfica (SIG), possibilitando a representação, análise dinâmica e gestão de fenômenos que ocorrem em um espaço. Fazendo uso de ferramentas computacionais como os SIG, é possível formular apontamentos úteis aos gestores, que podem contribuir para um efetivo sistema de saneamento básico.

Nesta perspectiva, Mossoró, localizado no estado do Rio Grande do Norte, teve seu crescimento fomentado por atividades econômicas múltiplas, que incentivaram a inserção de investimentos, não só no município, mas em outras regiões próximas. A produção de sal de cozinha, beneficiamento do algodão e a exploração do petróleo são exemplos de economias que impulsionaram o crescimento econômico do município, gerando mais renda e especulação imobiliária, o que favoreceu o crescimento urbano e o adensando desse espaço. Uma má gestão desse crescimento pode afetar os processos que ocorrem na urbe, trazendo malefícios para os seus residentes, o que justifica os estudos acerca desses espaços e seus processos.

Tendo como prerrogativa o histórico de crescimento urbano intrínseco a esta geração, marcada pela busca incessante de desenvolvimento, foi realizado um estudo sobre o crescimento urbano no bairro Alto do Sumaré, ao longo dos dez últimos anos, e dos consequentes impactos nas atividades que constituem os serviços de saneamento básico da localidade. Esse bairro foi escolhido uma vez que se encontra em intenso processo de expansão urbana, com impactos direto nos serviços de saneamento básico.

Buscou-se, também, respostas para alguns questionamentos, por ventura válidos neste estudo de caso: com o crescimento da taxa de densidade urbana do bairro, qual a atual situação dos quatro eixos do saneamento básico no bairro? Quais sugestões podem ser apresentadas mediante os cenários analisados? Desse modo, por meio desta pesquisa, objetivou-se avaliar o impacto do crescimento urbano nos serviços de saneamento básico do bairro Alto do Sumaré em Mossoró-RN.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o impacto do crescimento urbano nos serviços de saneamento básico do bairro Alto do Sumaré em Mossoró-RN.

1.1.2 Objetivos específicos

- Obter um panorama referente aos serviços de saneamento básico do bairro;
- Representar a distribuição espacial atual e aproximada do bairro;
- Avaliar o aumento da densidade urbana do bairro;
- Sugerir medidas que visem mitigar os atuais problemas do saneamento básico do bairro;
- Testar tecnologias espaciais no processo de avaliação do crescimento urbano e no saneamento da área estudada;
- Embasar estudos futuros sobre a temática abordada através de uma metodologia proposta e utilizada nesta pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos conceituais

Em um primeiro momento, se faz necessário elucidar termos referentes a temática abordada no trabalho, a fim de se ter uma compreensão mais abrangente e diversificada do assunto abordado. Dessa forma, seguem conceitos, que apresentaram necessidade de se pontuar, devido sua importância para o entendimento mais completo do texto.

A Lei nº 11.445/2007 define saneamento básico como um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais no que tange o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

De acordo com a referida lei, o titular dos serviços formulará a política pública de saneamento básico, devendo ser elaborado, também, os planos de saneamento básico. O plano municipal de saneamento básico (PMSB) consiste em um estudo técnico-participativo que objetiva estabelecer diretrizes para a prestação de serviços de saneamento, instituindo diretrizes para universalização dos quesitos necessários para alcançar os objetivos estabelecidos (BRASIL, 2007).

Quando se busca realizar um estudo acerca do saneamento básico, o fenômeno de crescimento urbano tende a surgir, mostrando que a urbanização, em sua totalidade, afeta os aspectos relacionado aos quatro eixos que compõem esse serviço

Dessa forma, se faz necessário definir o termo cidade. Cabe ressaltar, entretanto que, ao longo do tempo, foram várias as definições, sendo influenciadas por questões políticas e sociais, não chegando a tomar uma concepção única e definida. Tal assertiva induz a uma confusão a respeito da definição de “município”. Para Pina (2008), cidade é a sede municipal que corresponde a zona urbana do município, e leva o mesmo nome deste. Já o município pode ser considerado a menor unidade territorial com governo próprio, sendo formado pelo distrito-sede, onde fica situada a cidade.

Neste contexto, o Art. 2º da Lei complementar nº 012 de 2006 (MOSSORÓ, 2006) dispõe sobre o plano diretor do município de Mossoró e dá outras providências. Neste dispositivo legal, o plano diretor é definido como um instrumento básico, de múltiplas políticas, como instrumentos essenciais para agentes públicos e privados do município: políticas de expansão urbana, desenvolvimento social, econômico, cultural e ambiental.

Nadalin e Iglioni (2015) apresentam a definição de espraiamento como sendo o

crescimento urbano desconcentrado, não denso e que deixa vazios urbanos dentro da mancha urbana.

A Lei nº 13.089 de 2015 estabelece o conceito de metrópole como sendo um espaço urbano com continuidade territorial que, pela relevância política e socioeconômica, apresenta influência numa região ou em todo o território nacional (BRASIL, 2015).

Descentralização pode ser percebido como um processo em que núcleos secundários são formados, chamados subcentros ou novas centralidades (QUEIROZ, 2011). Esse processo implica numa “policentralidade” da cidade como consequência da excessiva centralidade da área central, podendo ocorrer de forma planejada ou espontânea (ALVES; PEREIRA FILHO, 2014).

Já o adensamento pode ser entendido como um fenômeno urbano, no qual há uma intensificação do uso e da ocupação do solo, sendo diretamente influenciado pela disponibilidade de infraestrutura e condições do espaço físico (NUCCI, 2008).

Dessa forma, o ato de adensar em meio urbano pode ser estimulado mediante necessidade de se concentrar economias, “criar solo” ou reduzir tempo gasto em mobilidade ou desestimulado para melhorar certos aspectos urbanísticos que se dificultam com o adensamento.

Muitas vezes, ao invés de melhorar a mobilidade urbana, por exemplo, a quantidade de carros aumentam e para se percorrer pequenas distâncias se gasta bem mais tempo do que com o adensamento mais leve. A pressão em sistema de saneamento básico também aumenta com o adensamento crescente. A maior quantidade de água para um lote de terra, que receberia apenas uma edificação unifamiliar, e agora receberá um prédio com vários andares, com consumo multiplicado, é uma modificação importante a ser levada em consideração em sistemas de abastecimento público urbano.

2.2 Expansão urbana

Em um contexto onde o crescimento urbano é visto, sobretudo, como um produto ou resultado do desenvolvimento de uma sociedade, esse pode, por vezes, se instalar de forma desenfreada, mostrando, assim, a necessidade de um planejamento urbano eficiente, que busque a abordagem de múltiplas áreas componentes do espaço urbano atual.

Costa e Lee (2019) apontam que, tanto as estruturas sociais quanto as espaciais, sejam elas de qualquer área, mostram-se como aspectos de grande significância na evolução de novos assentamentos na história da humanidade. Esclarecem ainda que, essas duas estruturas são inter-

relacionadas, ocasionando uma influência mútua entre os sistemas sociais e espaciais, no que diz respeito às características e modo de gerenciamento. Dessa forma, os autores enfatizam que são multidisciplinares as ferramentas de desenvolvimento da urbe, ocorrendo em graus e tendo como auxílio neste processo: i) planos de uso da terra; ii) planos diretores; e iii) planos estratégicos.

Quando o desenvolvimento urbano cria condições para o surgimento de áreas metropolitanas, que compreendem municípios dotados de funções complementares, aptidão econômica heterogênea e gestão autônoma, tais características acabam por dificultar e condicionar a assistência social no que tange a infraestrutura urbana (GROSTEIN, 2001).

As metrópoles em todo o mundo apresentam tanto o maior potencial para crescimento como, também, os mais graves índices no âmbito social. Pelo fato de não serem consideradas por lei uma unidade territorial, não se constituem como uma organização formal, não apresentando, dessa forma, uma unidade no governo que as representem. Essa questão acaba por transformar a metrópole em uma problemática política (ANDRADE; CLEMENTINO, 2007).

Dessa forma, como tentativa de minimizar os problemas da urbanização contemporânea, surgem novas tendências urbanísticas no cenário mundial. A *gated communities* – GC e o *new urbanism* – NU são tendências norte-americanas que têm buscado tanto orientar projetos em novas áreas de expansão, quanto renovar áreas degradadas pela urbanização. A primeira se assemelharia aos condomínios fechados brasileiros, que se configuram como produtos mercadológicos, oferecendo um isolamento físico territorial com gerência condominial privada, os quais não deixariam esses espaços a mercê do investimento público. Já o segundo é uma teoria urbanística que busca defender uma distribuição socioespacial urbana mais igualitária como requisito contra disparidades socioespaciais (SILVA, 2014).

A maioria das pessoas hoje vive em cidades (BETTENCOURT et al., 2007), e o crescente avanço do meio urbano onde esses cidadãos residem, trabalham e buscam diariamente suprir suas necessidades, apresenta-se como um desafio aos gestores. O aumento da densidade de pessoas por espaço urbano – resultados da verticalização – e ao mesmo tempo o avanço da horizontalidade – que deixa tudo cada vez mais longe, quando na falta de um plano diretor, contribuem para a escassez de serviços e produtos de ordem básica.

O estudo dos fenômenos urbanos e o tratamento de informações acerca das demandas da população ao longo do tempo podem e devem servir de base para planejamentos na gerência da cidade. Os processos que compõem a expansão urbana, como um todo, são passivos de estimativas, dando margem a geração de cenários que servem de suporte aos vários aspectos do

planejamento urbano.

Bettencourt et al. (2007) apresenta, em sua pesquisa sobre crescimento das cidades, uma evidência empírica de que a urbanização acontece por processos genéricos, os quais são compartilhados por todas as urbes que compõem o mesmo núcleo urbano, ultrapassando questão de tempo ou de nações. O autor evidencia ainda que muitas propriedades das cidades são regidas por funções e prevê, quantitativamente, que certos processos são intensificados com o aumento da população e, se ciclos de inovação não ocorrerem de forma contínua e acelerada durante esse crescimento, o espaço urbano pode entrar em colapso ou estagnar.

A partir do último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2010, é possível perceber a diferença entre a quantidade de pessoas que residem na zona rural, não alcançando 30 milhões de pessoas, para a da zona urbana, ultrapassando a marca de 160 milhões de habitantes (IBGE, 2010).

2.2.1 Adensamento, espraiamento urbano e descentralização

O espaço urbano, a infraestrutura em si do que se chama de cidade, demanda necessidades que se percebem fundamentalmente a partir da análise crítica das dinâmicas espaciais que ocorrem no meio. Tais dinâmicas são responsáveis pelo adensamento populacional e também pelo espraiamento periférico da infraestrutura urbana que se instala e, por conseguinte, influi diretamente nos serviços que compõem o saneamento básico.

Dessa forma, o modo como a demanda de água se distribui ao longo da cidade é influenciado pelos fenômenos urbanos modernos. Quando esses processos acontecem de maneira desordenada, sem um gerenciamento adequado, o colapso pode ser eminente, seja pela incompatibilidade da rede com a demanda a ser suprida ou pela falta de oferta em si. No primeiro caso, a oferta pode ser suficiente para suprir a demanda e a rede não alcançar todos os usuários. Já quando a população apresenta ligação com a fornecedora, mas a água não é distribuída de forma equitativa, a oferta não atende à demanda. Dessa forma, é notória a relevância do gerenciamento da demanda de água, que se mostra altamente influenciado pelos índices de adensamento e espraiamento urbano, permitindo, assim, a criação de cenários futuros, nos quais as deficiências do abastecimento podem ser identificadas (BARROS, 2016).

Assim, com o intenso processo de desenvolvimento do meio urbano e do adensamento populacional, uma nova dinâmica na configuração espacial dessas cidades se instala (ROSSETTI et al., 2013). O aumento constante do preço da terra, congestionamento nas vias e o alto custo do sistema de comunicações e transporte, entre outros problemas advindos da alta

densidade territorial urbana, são fatores que influenciam os moradores de cidades em crescimento a partirem dos grandes centros urbanos, em um processo chamado repulsão da área central. Essa repulsão tende a causar a descentralização, criando níveis secundários de atividades, o que acaba tornando o espaço público mais complexo (CORRÊA, 1995).

Outro fenômeno diretamente ligado ao crescimento da cidade, e que promove o adensamento populacional, é a verticalização, que gera a multiplicação efetiva do solo urbano, por meio do uso do elevador (SOMEKH, 1997). Dessa forma, a terra urbana é utilizada no seu máximo, onde não é criado apenas um nível para uso urbano, mas uma única fração de terra é multiplicada por vários níveis/andares, proporcionando um uso múltiplo de um mesmo espaço. Essa conjectura espacial dá margem a concepção de um termo chamado “criação de terra”. Essa verticalidade está intimamente associada a valorização do espaço, surgindo para compensar o preço da terra (BARROS, 2016).

Por fim, delineado o processo de crescimento urbano, uma nova problemática surge: a criação e aumento de demandas. Uma dessas demandas é a de água, que necessita ser gerenciada em relação ao crescimento urbano, haja vista que as implicações são sentidas mais rapidamente pela população, uma vez que a água é um bem essencial a vida.

Tendo como pressuposto que quanto maior o consumo de água, maior é a produção de esgoto, têm-se aí duas problemáticas inter-relacionadas ao processo de crescimento urbano. Quando o crescimento é desordenado e sem acompanhamento técnico qualificado, as construções tendem a se alocar nos espaços sem a prévia consulta as companhias de água e esgoto, para que as devidas ligações e ajustes nas redes de abastecimento de água e coleta de esgoto possam ser estudadas e implementadas. Em geral, não só a distribuição de água e coleta de esgoto são afetadas com a falta de planejamento urbano, mas também as outras vertentes do saneamento básico.

Contudo, é necessário esclarecer que o crescimento urbano não é um processo mal por si só. A problemática é o modo como esse processo se desenvolve, a forma como se constrói e se adensa cidades (DUARTE, 2000). Por este motivo, o processo de urbanização precisa ser entendido como um todo, buscando traçar alternativas de gerenciamento de demandas que tendem a crescer com o aumento populacional e a mudança de hábitos.

2.3 Saneamento básico

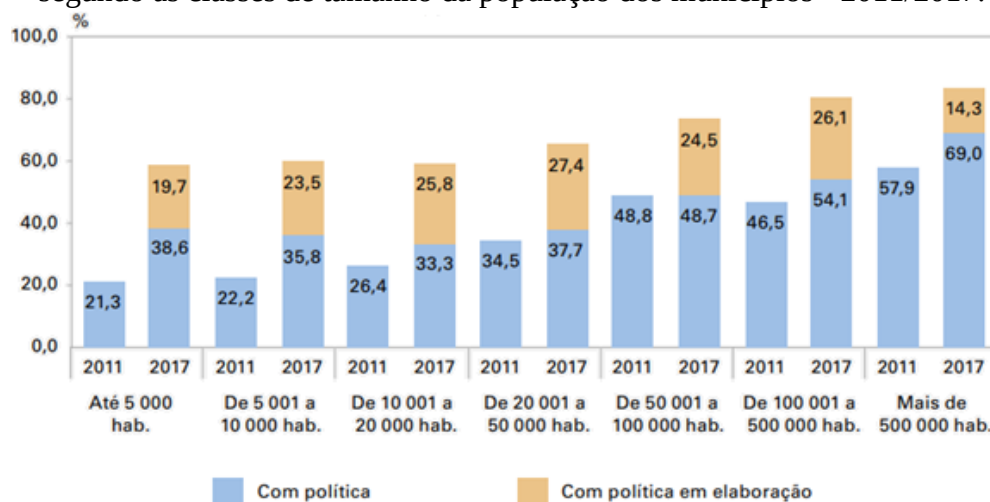
2.3.1 Aspectos legais

No que tange o âmbito das medidas legais, no ano de 2007 foi promulgada a Lei Federal nº 11.445, denominada Política Nacional de Saneamento Básico, que estabelece diretrizes nacionais para a prestação de serviços de saneamento básico. Um dos princípios fundamentais estabelecidos na lei é a universalização do acesso a este serviço e que ele seja prestado de forma integral. A política supracitada compreende o conjunto de todas as atividades e componentes dos serviços de saneamento, buscando a maximização da eficácia das ações e resultados, quando da conformidade da prestação dos serviços à comunidade, conforme suas necessidades (BRASIL, 2007).

Esta mesma lei ainda estabelece que o município tem a obrigação de formular a política pública de saneamento básico (BRASIL, 2007). Diante dessa perspectiva, a pesquisa de informações básicas municipais (MUNIC), realizada pelo IBGE, buscou investigar aspectos da gestão de saneamento básico em todos os 5.570 municípios brasileiros, entre outras informações (IBGE, 2017).

Dessa pesquisa, é apresentado um gráfico na Figura 1, no qual pode-se perceber a proporção de municípios que apresentam a política municipal de saneamento básico em relação ao tamanho de suas populações, entre os anos de 2011 e 2017.

Figura 1 - Proporção de municípios por situação da política municipal de saneamento básico, segundo as classes de tamanho da população dos municípios - 2011/2017.



Fonte: IBGE (2017).

Por meio da Figura 1, pode-se inferir que a porcentagem de municípios com a política em questão tem aumentado, ao passo que a porcentagem dos municípios sem perspectivas aparentes, tem diminuído. A quantidade de municípios com políticas em elaboração mostra-se inversamente proporcional a quantidade de habitantes. Portanto, pode-se atestar a partir dos números apresentados que, quanto menos habitantes o município apresentar, menor é a chance de se ter a política municipal de saneamento básico implementada ou em elaboração.

Vale ressaltar que, de acordo com a Lei nº 11.445 de 2007, os serviços públicos de saneamento básico devem ser prestados de forma eficiente, sustentável economicamente, com segurança, qualidade e regularidade, levando em consideração também o controle social. A prestação deste serviço é obrigação do município e, como titular deste serviço, a lei elenca como quesito obrigatório a ser cumprido a elaboração da política e o plano municipal de saneamento básico (PMSB), podendo, assim, não receber recursos federais para projetos de saneamento básico caso esta exigência não seja atendida. Mesmo a responsabilidade de gestão sendo exclusiva dos municípios, a organização, regulação, fiscalização ou prestação dos serviços pode ser incumbida a outros órgãos (BRASIL, 2007).

Cabe destacar que o plano é elaborado pelo corpo técnico da prefeitura, com apoio da sociedade, que, depois de aprovado em audiência pública, a proposta receberá sugestões e reivindicações por meio de discussão em fórum. Este documento torna-se instrumento estratégico de planejamento e de gestão participativa, passando a ser referência de desenvolvimento do município. Dessa forma, as diretrizes para o saneamento básico são estabelecidas e fixadas metas de serviços de saneamento (SANEPAR, 2019).

No dia 18 de dezembro de 2019 foi aprovado pelo Plenário da Câmara dos Deputados o novo marco legal do saneamento básico, o projeto de lei (PL) 4.162 de 2019. Tendo como objetivo centralizar a regulação dos serviços de saneamento em nível nacional, estabelecer a obrigatoriedade de licitações e dividir a prestação por regiões. Este instrumento do Poder Executivo busca essencialmente facilitar a privatização de estatais relacionadas ao saneamento básico, se fazendo necessária a licitação para contratar esses serviços. Além disso, prorroga o prazo para a extinção de lixões. Agora na quarta tentativa de aprovação da PL, o documento será encaminhado para o Senado já no ano de 2020 (SENADO, 2019).

2.3.2 Abastecimento de água

Capaz de definir o desenvolvimento que uma região, país ou sociedade pode alcançar, a água, um recurso essencial à vida, é considerada um bem finito, escasso e dotado de valor

econômico. Tendo em vista seus múltiplos usos e importância (como na geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e assimilação e afastamento de esgotos), o estudo e gerenciamento dos recursos hídricos mostra-se, no mínimo, essencial à manutenção da vida humana na Terra (ANEEL; ANA, 2001).

Os recursos hídricos abrangem a totalidade de águas superficiais e subterrâneas disponíveis para qualquer tipo de uso em uma determinada região ou bacia hidrográfica (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012). A pluviometria, geologia, pedologia, geomorfologia e a vegetação são influenciadores diretos dos recursos hídricos.

O planejamento urbano sensível aos recursos hídricos deve abranger uma visão integrada, que inclua medidas de gerenciamento da oferta e demanda hídrica. Quando os espaços são considerados em sua totalidade, no que diz respeito aos fatores econômicos e sociais da população, ao uso do solo e ao ritmo de urbanização, o gerenciamento da demanda pode ser desenvolvido de maneira mais eficaz, nos quais os hábitos de consumo de água dos usuários do sistema influem diretamente na demanda hídrica (SILVA; PORTO, 2003).

O gerenciamento da demanda de água pode ser implantado em três níveis sistêmicos: macro, meso e micro. Esses níveis se apresentam a partir de uma visão mais abrangente, a exemplo de ações em uma bacia hidrográfica (macro), até o enfoque no usuário final (micro) (OLIVEIRA, 1999).

Em uma outra perspectiva, quando se trata de políticas públicas e medidas legais, a relação entre território e gestão das águas não tem tido muito destaque. O sistema de distribuição de água está diretamente ligado a demanda de água e, com o crescimento urbano associado ao aumento populacional, a estimativa do consumo de água mostra-se essencial para o sucesso do planejamento e gerenciamento de sistemas de abastecimento (ARAÚJO, 2012).

Barros (2016) afirma que poucos municípios colocam em primeiro plano o aumento da demanda de água, relacionado ao adensamento desordenado, como o determinante quando da formulação das diretrizes urbanas. O autor afirma ainda que, para combater e prevenir problemáticas relacionadas ao uso da água, é necessário que seja desenvolvido um planejamento urbano sensível aos recursos hídricos. Contudo, o principal obstáculo está nas intervenções nas estruturas físicas necessárias, que oneram o orçamento municipal.

Segundo o Centro Regional de Informação das Nações Unidas (UNRIC, 2016), o crescimento urbano esperado para as próximas décadas, particularmente nos países em desenvolvimento, resultará em desafios relacionados ao crescimento da população urbana, no que tange a habitação, transportes, energia e infraestruturas. De acordo com Odan (2010), com

o crescimento urbano, a distância entre fonte de abastecimento e consumidor está cada vez maior, resultando em encarecimento do processo de exploração e distribuição de água.

Bediako (2018) ressalta que, a aceitabilidade da implementação de novas tecnologias urbanísticas na área de distribuição de água mostra-se complexa, ficando em função da percepção dos usuários sobre suas vantagens e necessidades, assim como do conhecimento, tempo, capital e habilidades dos colaboradores do sistema de distribuição. O autor pontua ainda que, geralmente esse tipo de tecnologia tem sido utilizada para minimizar os efeitos das ações humanas pelo mundo, mas quando se trata de gestão de demanda de consumo de água nos sistemas de abastecimento urbanos, em países em desenvolvimento, não têm feito um uso tão frequente dessas inovações.

Barros (2016) pontua em sua pesquisa que, mesmo representando uma parcela das construções da área de estudo, 23 edifícios (entre 6.536 domicílios e 1.935 apartamentos), os edifícios perturbam consideravelmente a demanda de água no bairro como um todo, fato que poderia ser minimizado com o uso de mecanismos poupadores (como bacias sanitárias com de acionamento duplo, chuveiros e torneiras com arejador), mostrando assim, a relevância da economia por esses aparelhos. O autor esclarece ainda que, a demanda de água é influenciada diretamente pelo aumento populacional e, independentemente do tipo de construção, o uso de alternativas tecnológicas economizadoras de água, no contexto urbano, poderia minimizar problemas relacionados a demanda de água.

Dessa forma, entender as dinâmicas do espaço urbano propicia uma visão holística acerca das necessidades da população. Neste cenário, o consumo de água se configura como uma necessidade básica ao ser humano, fazendo deste estudo ponto importante na busca por um desenvolvimento sustentável, no qual as necessidades da população são supridas, ao passo que o meio não sofre em demasiado.

No que tange a mudança do uso da terra, é constante o planejamento ser identificado como um fator político (GEIST; LAMBIN, 2006). Com esse intuito, a busca por alternativas de gerenciamento da demanda de água (sejam elas de cunho tecnológico, econômico e financeiro ou sociopolítico), frente ao crescimento urbano, vai além de ser uma boa prática no âmbito político em uma cidade. O gestor deve à população, que se encontra sobre a jurisdição de seu mandato, ações assertivas que visem, além do desenvolvimento urbano pautado no ganho econômico, o bem-estar social e vida digna aos cidadãos.

Dessa forma, pode-se elencar alguns exemplos de alternativas de gerenciamento da demanda de água, como: alternativas tecnológicas (uso de fontes alternativas de abastecimento, o controle de perdas e ligações clandestinas em rede de distribuição de água), educacionais

(campanhas de esclarecimento, incorporação da questão hídrica nos currículos escolares, programas de educação ambiental), econômicas (estímulos fiscais para redução de consumo e adoção de novos instrumentos tecnológicos) e institucionais (legislação que induza o uso racional da água; regulamentação de novos sistemas construtivos e de instalações prediais) (GUEDES; RIBEIRO; VIEIRA, 2014).

2.3.3 Esgotamento sanitário

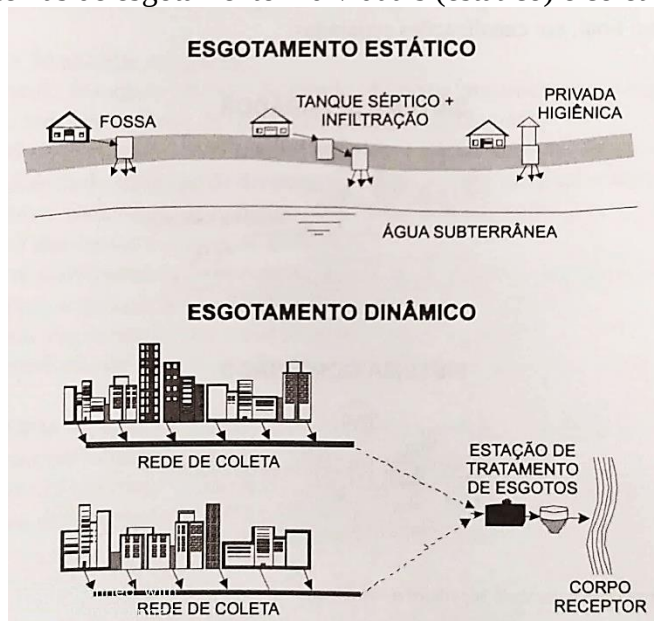
O consumo de água gera vazões de águas residuárias, que devem ser coletadas e transportadas para locais distantes da comunidade e, antes de serem lançadas nos corpos receptores, devem passar por processos de depuração. Dessa forma, o serviço de esgotamento sanitário pode ser descrito como um conjunto de obras para coletar, transportar, tratar e dar destinação final adequada às vazões de esgotos (IBGE, 2018).

As Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011 devem ser atendidas quando do lançamento de efluentes em corpos d'água. Nesses documentos, são estipulados parâmetros de controle, condições e padrões de lançamento de efluentes e exigências aplicáveis. Tais diretrizes para o manejo apropriado de efluentes resulta em uma melhora da saúde pública e diminuição da poluição ambiental (BRASIL, 2005; 2011).

Há basicamente dois tipos de sistemas de esgotamento sanitário: o individual ou estático (solução no local, individual ou para poucas residências) e o sistema coletivo ou dinâmico (solução com afastamento dos esgotos da área servida). O sistema individual é adotado usualmente para atendimento unifamiliar, podendo também atender a residências próximas. Já o sistema coletivo é indicado para locais com densidade populacional elevada, característica do meio urbano (VON SPERLING, 2005). Pela Figura 2 pode-se apreciar como se organizam os dois tipos de esgotamento.

Para a utilização de sistemas de esgoto individual, os domicílios devem ser devidamente espaçados, de modo que permita a absorção das águas residuárias oriundas do processo de tratamento primário, previsto na norma brasileira NBR 13.969 (ABNT, 1997). O solo deve apresentar capacidade de infiltração para as águas recebidas. A combinação de tanque séptico e de sumidouro é a solução mais comumente utilizada. O sumidouro deve apresentar distância mínima de 1,50 m de distância vertical entre seu fundo e do nível máximo do aquífero, para que, assim, não haja contaminação (ABNT, 1997).

Figura 2 - Sistemas de esgotamento individuais (estático) e coletivos (dinâmico).



Fonte: Von Sperling (2005).

A NBR 7.229 (ABNT, 1993) prevê as seguintes distâncias horizontais mínimas em relação ao tanque séptico: i) 1,50 m de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água; ii) 3,0 m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água; iii) 15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza. Vale ressaltar que, as distâncias mínimas são computadas a partir da face externa mais próxima aos elementos considerados.

Uma problemática que se desencadeia diante dessa situação é a de que, quando os tanques sépticos são construídos, nem sempre são projetadas unidades de tratamento complementares, a exemplo de filtros anaeróbios. Dessa maneira, a carga poluidora transferida para o solo é mais alta, se tornando um risco para o ambiente no entorno e outras áreas mais distantes.

Por sua vez, o sistema dinâmico apresenta duas variantes: i) sistema unitário ou combinado, no qual o esgoto sanitário se mistura a água da chuva numa mesma canalização, o que acarreta a necessidade de tubulações de grandes diâmetros; e ii) sistema separador, que apresenta canalizações distintas para os esgotos sanitários e as águas pluviais (VON SPERLING, 2005). São apresentados na Figura 3 os sistemas unitário e combinado.

Alguns pontos devem ser considerados quando da escolha do tipo de sistema a se escolher. No Brasil tem-se adotado o sistema separador, assim como em vários outros países, pois o sistema combinado apresenta inconvenientes do tipo: custos iniciais elevados, grandes

dimensões das canalizações, possível ocorrência de mau cheiro proveniente de bocas de lobo e demais pontos do sistema, riscos de refluxo do esgoto sanitário para o interior das residências em períodos de cheias. Já o sistema separador apresenta vantagens como: menores dimensões das canalizações, sem a possibilidade de extravasar esgotos nos períodos de chuva intensa (VON SPERLING, 2005).

Figura 3 - Sistemas de esgotamento sanitário separador e combinado.



E.T.E – estação de tratamento de esgoto

Fonte: Von Sperling (2005).

Pelo fato de muitos municípios não possuírem sistemas de tratamento de esgoto, ou não disponibilizarem para toda a população, acaba por haver lançamento de efluentes em corpos hídricos, afetando a qualidade das águas para os mais diversos usos. A saúde pública e o meio ambiente entram, então, em risco. Dessa forma, a Agência Nacional de águas (ANA), em parceria com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, formulou um documento técnico e estratégico para auxiliar os setores hídricos e de saneamento na tomada de decisão: o Atlas Esgotos (ANA, 2017).

Os principais objetivos do documento são: i) caracterizar a situação do esgotamento sanitário em todos os municípios brasileiros, para avaliar impactos das destinações finais; ii) propor soluções mais adequadas buscando a universalização dos serviços; iii) traçar estratégias de cunho técnico e institucional dos processos envolvidos no saneamento; iv) e, por fim, auxiliar a sociedade e aos tomadores de decisão a partir do compartilhamento das informações coletadas (ANA, 2017). De maneira geral, o Atlas Esgotos busca apresentar informações, diagnósticos, propostas e soluções para todas as cidades do país a respeito do assunto de esgotamento

sanitário.

Pelo infográfico da Figura 4 pode-se perceber que ainda há uma grande quantidade de esgotos coletados mas não tratados no Brasil, no valor de 1,7 mil toneladas por dia. Essa é uma quantidade expressiva e que mostra a necessidade de investimentos em estruturas de esgotamento sanitário. Os 12% da população que utiliza a fossa séptica (solução individual) também necessita de cuidados e vistorias, haja visto que nem sempre as normas em vigor são seguidas quando da construção desses sistemas.

Figura 4 - Situação da coleta e tratamento de esgotos no Brasil.



Fonte:

Adaptado de ANA (2017).

Quando o esgoto é lançado em corpos d'água, sem o devido tratamento prévio, a qualidade da água é severamente comprometida, implicando na deterioração da saúde pública e dos usos à jusante. Dessa forma, a poluição pela matéria orgânica dos esgotos em corpos

d'água pode ser caracterizada, de forma indireta, pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), onde quanto maior a DBO, mais elevado é o teor de matéria orgânica. O decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido é um dos principais problemas de poluição das águas (VON SPERLING, 2005).

Pela Figura 5 pode-se visualizar os níveis de contaminação de um corpo d'água. Para uma análise mais aprofundada deve-se considerar faixas de valores de concentração de matéria orgânica em miligramas por litro nos rios. Desse modo, os rios podem ser divididos em: bastante limpo (1 mg/L), limpo (2 mg/L), razoavelmente limpo (3 mg/L), duvidoso (5 mg/L) e ruim (> 10 mg/L) (VON SPERLING, 2005).

Figura 5 - Extensão dos rios brasileiros comprometidos pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), segundo os limites das classes de enquadramento.



Fonte: ANA (2017).

Segundo a ANA (2017), uma extensão de mais de 110 mil km de rio se encontra afetada e seriamente comprometida pela quantidade exacerbada de carga orgânica, onde em 83.450 km já não se pode captar água para abastecimento público, pois, a concentração de matéria orgânica se encontra acima de 10 mg/L (trecho na cor vermelho). Para 27.040 km (trecho na cor amarela) a captação só pode ser feita mediante tratamento avançado.

Os dados apresentados na Figura 5 mostram que, mesmo com ações de coleta e tratamento de esgotos, o resultado esperado pode não ser alcançado caso a implantação da estrutura necessária não seja instalada, com o aparato técnico e financeiro necessários, levando sempre em consideração a capacidade de diluição dos corpos receptores, a concentração populacional das cidades e a vazão dos rios (ANA, 2017).

A boa manutenção dos recursos hídricos está diretamente ligada ao tratamento eficiente do esgoto, podendo gerar um produto com menor carga poluidora possível, que quando lançado

no corpo hídrico cause o menor impacto.

2.3.4 Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos

Provenientes de atividades domésticas (BRASIL, 2010), os resíduos sólidos urbanos (RSU) mostram-se altamente relacionados com o crescimento desordenado das cidades e alto consumo de industrializados e descartáveis nas cidades. O volume desses resíduos tem crescido e o manejo adequado, com coleta, tratamento e disposição final apropriadas, além da expansão de áreas atendidas, são pontos decisivos para um desenvolvimento urbano que busque o bem-estar ambiental e social (BRASIL, 2019).

Na limpeza urbana e manejo dos RSU, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é instrumento de importância ímpar, estabelecendo objetivos, princípios e instrumentos para que seja promovida uma gestão adequada de resíduos sólidos. A PNRS visa a cooperação do setor público, empresarial e sociedade em geral e obriga os responsáveis pelos serviços a desenvolverem os planos municipais de gestão integrada dos resíduos sólidos (PMGIRS) (BRASIL, 2010).

No entanto, os resíduos urbanos no Brasil não têm avançado quando se trata da disposição final adequada, onde são depositados majoritariamente sob o solo, não havendo um estudo prévio do mesmo para se certificar da adequação (BRASIL, 2019).

Dessa forma, procurando-se uma organização mais racional da gestão desses resíduos, deve-se observar uma ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, que segue: i) não geração; ii) redução; iii) reutilização; iv) reciclagem; v) tratamento dos resíduos sólidos; e vi) disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Neste sentido, destaca-se também a logística reversa, que tem como objetivo a restituição dos resíduos ao setor produtivo para um reaproveitamento ou disposição adequada (BRASIL, 2010).

Na Tabela 1 são apresentados dados resumo da última edição da Pesquisa de Saneamento Básico, na qual informações sobre os RSU foram coletados.

Tabela 1 - Quantidade de municípios por tipo de disposição final adotada para o ano de 2017.

DISPOSIÇÃO FINAL	BRASIL 2016	REGIÕES E BRASIL					BRASIL
		NORTE	NORDESTE	CENTRO- OESTE	SUDESTE	SUL	
Aterro sanitário	2.239	90	449	159	817	703	2.218
Aterro controlado	1.772	108	484	159	634	357	1.742
Lixão	1.559	252	861	149	217	131	1.610
Brasil	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

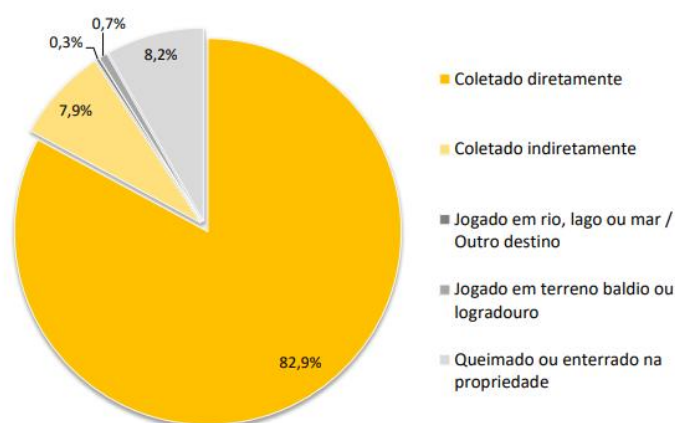
Fonte: ABRELPE (2018).

Por meio da análise da Tabela 1, percebe-se que o número de municípios com disposição final em aterros sanitários, a opção mais apropriada, é de apenas 39,82% de um total de 5.570 municípios no ano de 2017. Mesmo sendo a opção mais escolhida, não chega a atingir nem mesmo 50% dos municípios brasileiros. Já na região Nordeste, 47,99% dos resíduos são destinados a lixões e apenas 25,03% para aterros sanitários.

Faz-se necessário pontuar que, os impactos negativos da disposição final de RSU em lixões são graves, pois não há nesses espaços a consonância com aspectos técnicos em que, sem tratamento anterior, os resíduos são descartados diretamente sobre o solo. Dessa forma, os lixões se caracterizam como uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, resultando em risco a saúde pública e ao meio ambiente, contaminando o ar, a água superficial e a subterrânea (MONTEIRO, 2001).

Na Figura 6 são apresentadas as soluções e práticas de afastamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Com um total de 82,9%, a coleta direta mostra-se, em porcentagem, a mais significativa das práticas de afastamento de resíduos sólidos urbanos, mostrando um avanço neste sentido.

Figura 6 - Soluções e práticas de afastamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil, em 2017.



Fonte: BRASIL (2019).

Dentre as categorias de resíduos, merecem destaque os resíduos da construção civil (RCC), definidos pelo Art. 13 da PNRS como aqueles “gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010).

Servindo como indicativo de crescimento econômico e social, a construção civil também é a responsável pela geração de resíduos, que têm se apresentado como uma

problemática administrativa. Pelo fato da natureza desse tipo de resíduo ainda não ser difundida e a sociedade brasileira, em geral, não ser dotada da cultura de separação de resíduos, o gerenciamento adequado de RCC tende a ser negligenciado. A disposição irregular desses resíduos em margens de rios, terreno baldio, entre outros locais inadequados para este fim, tem representado um problema, em várias cidades brasileiras, de ordem estética, ambiental e de saúde pública (BRASIL, 2011).

Dessa forma, pontos de coleta intermediários são necessários para uma gestão mais eficiente de pequenos geradores. A instalação dos chamados pontos de coleta voluntários (PEV) é uma medida que pode apaziguar essa problemática de disposição inadequada. Eles devem ser instalados em área pública adequada preparada para a destinação desses resíduos (OLIVEIRA; PASCHOALIN FILHO, 2016).

2.3.5 Drenagem e manejo de águas pluviais

Como mencionado, a Lei nº 11.445 de 2007 estabelece diretrizes para o saneamento básico. A Lei nº 13.308 de 2016 altera a Lei nº 11.445, estabelecendo agora também a manutenção preventiva das redes de drenagem pluvial e define drenagem e manejo das águas, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas como sendo um “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 urbanas” (BRASIL, 2016).

Os escoamentos superficiais oriundos da precipitação, quando não drenados de maneira eficiente, podem resultar em inundações com consequências graves. Adicionalmente, a incidência de inundações em meios urbanos se relaciona diretamente ao crescimento urbano. Há de se destacar que, quando se fala na relação entre crescimento urbano e inundações, não se pontua apenas aspectos quantitativos, mas também, aos qualitativos ligados a poluição difusa (FILHO; AMARAL, 2013).

Dos censos demográficos realizados pelo IBGE, o grupo de variáveis do registro de domicílios fornece informações importantes a respeito do saneamento básico. Contudo, não há distinção nos documentos entre o domicílio ter conexão à rede de esgoto e à rede de drenagem pluvial, tornando inviável a criação de um cenário para esses dois pilares a partir desses dados, mesmo que, estruturalmente no Brasil, estes dois sistemas funcionem separadamente (FGV CERI, 2018).

Neste sentido, podem ser elencados dois os tipos principais de sistemas de drenagem

urbana: a microdrenagem (vias, sarjetas, bocas de lobo, meio-fio, poços de visita, tubos e conexões, condutos forçados) e a macrodrenagem (canais e galerias). A microdrenagem tem como função primordial coletar e conduzir as águas pluviais até o sistema de macrodrenagem, e essa dá a destinação final para as águas (TUCCI, 2005).

Muitas das vezes, aspectos relacionados com a infraestrutura de drenagem e manejo de águas pluviais só recebem a devida atenção quando os impactos são sentidos pela população. Contudo, para que possa haver remediação e prevenção de consequências negativas, o desenvolvimento desse sistema deve seguir a linha de crescimento urbano, procurando inibir processos de urbanização e uso e ocupação de solo sem o planejamento necessário. Neste sentido, o SIG se apresenta como ferramenta computacional válida em análises relacionadas ao espaço urbano e seus aspectos múltiplos.

2.4 Sistemas de informação geográfica (SIG)

Em relação a aspectos conceituais acerca do termo sistema de informação geográfica (SIG), se faz necessário, em primeira instância, a abordagem do que seria uma informação geográfica. Essa pode ser entendida como uma informação sobre uma determinada região, sob a superfície da Terra, podendo ser bastante detalhada e informar sobre a localidade de todas as edificações em uma cidade ou a densidade populacional de uma região, por exemplo (FERREIRA, 2006).

Por sua vez, o SIG é uma tecnologia de aquisição e manipulação de informações geográficas em um ambiente virtual de simulação. Neste ambiente, a realidade é modelada em uma série de elementos geográficos, com o uso de dados alfanuméricos ou espaciais, em que o espacial (ou geográfico) serve de referência para o alfanumérico (MIRANDA, 2005).

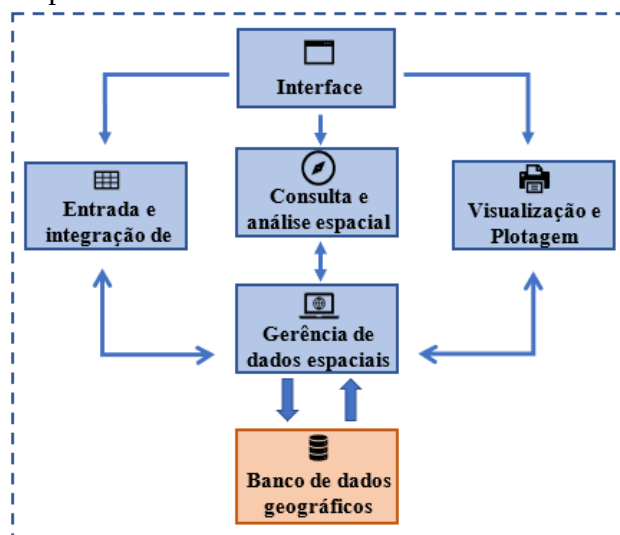
Sendo capaz de tratar conexões espaciais entre objetos geográficos, o SIG mostra-se uma ferramenta para modelagem espacial do uso do solo a partir da integração de diversos bancos de dados, automatizando atividades antes manuais. Pela Figura 7, o esquema simplificado da estrutura SIG é apresentado.

Tomando o SIG como um sistema formado por hardwares e softwares, onde os dados georreferenciados são armazenados, analisados e processados, é possível a criação de produtos diversos com alto grau de complexidade e uso nas mais diversas áreas, representando, em forma digital, a realidade (EMBRAPA, 2014).

O sistema SIG tem sido utilizado em alguns estudos na temática de expansão urbana, como suporte na gestão de RCC, por exemplo, um dos indicadores do crescimento urbano. Um

estudo relevante nesta área foi o método desenvolvido por Li, Chen e Yong (2005), em que, por meio de um modelo conceitual e lógico, procurou-se diminuir a geração de RCC em canteiros de obra. Foi apresentado um modelo de integração do sistema de posicionamento global (GPS) e de ferramentas SIG, que auxiliaram no mapeamento e gestão desses resíduos.

Figura 7 - Esquema simplificado da estrutura do Sistema de Informação Geográfica (SIG).



Fonte: Adaptado de Assad e Sano (1998).

Outra pesquisa relevante neste sentido foi a de Wu et al. (2016) que, com o uso do software ArcGIS 10.2, desenvolveram uma metodologia inovadora para gestão de RCC, gerando modelos de distribuição espacial desses resíduos em um espaço geográfico determinado. Esse estudo apresenta uma importância singular no que diz respeito a avaliação de demandas por aterros e planejamento de instalações de reciclagem para esse tipo de resíduo.

Contudo, a gestão municipal de RCC ainda carece de estudos na área com o uso de ferramentas SIG, tornando assim, a pesquisa de Paz, Lafayette e Sobral (2018) uma inovação na área. Os autores desenvolveram uma metodologia de rede de gerenciamento de RCC dirigida para países em desenvolvimento, com foco em planejamento de fluxos de resíduos em áreas urbanas, por meio do estudo de caso da cidade de Recife, situada no estado de Pernambuco, Brasil.

Dessa forma, a partir de uma interface amigável e intuitiva, possibilitando modificações e customizações de acordo com as necessidades do usuário, o software de geoprocessamento QGIS, um sistema de informação geográfica livre e aberto, possibilita estudos a respeito da urbanização, assunto desenvolvido neste trabalho.

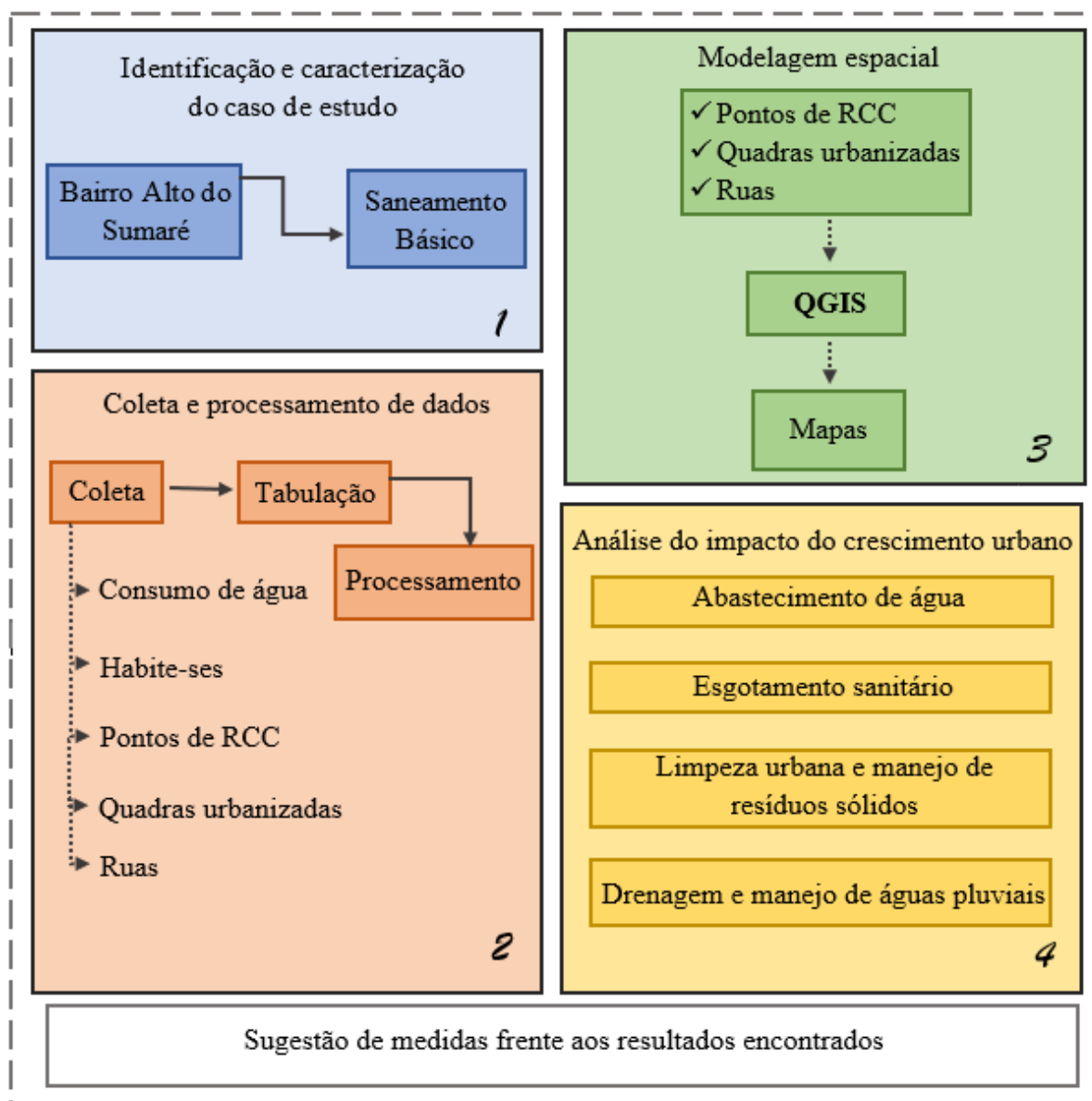
A apresentação de dados de crescimento urbano de forma mais visual, por meio de mapas, proporciona análises diferenciadas. A densidade urbana também é um produto essencial

para a análise urbanística, a qual pode ser obtida pelo software QGIS, por exemplo.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa contemplou quatro etapas metodológicas, de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Etapas metodológicas da pesquisa.



RCC – resíduos da construção civil

Fonte: Autoria própria (2020).

Por meio da etapa 1, objetivou-se caracterizar o caso de estudo, o bairro Alto do Sumaré, Mossoró-RN, em relação aos quatro eixos do saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Na etapa 2 foi realizada a coleta, processamento e tabulação dos dados, por meio de planilhas eletrônicas. A pesquisa foi direcionada para a obtenção de dados que estabelecessem a correlação entre crescimento urbano e saneamento básico.

Desse modo, os dados de consumo de água, pontos de RCC e ruas pavimentadas auxiliaram na caracterização de três dos quatro eixos do saneamento básico no bairro Alto do Sumaré. Vale destacar que, as informações sobre o esgotamento sanitário não foram contempladas mediante a falta desse serviço na área analisada (item 3.1.2, Figura 10). Os dados de habite-ses e quadras urbanizadas, obtidos por meio da prefeitura municipal, foram úteis na construção de um panorama a respeito da expansão da cidade inédita nos últimos anos.

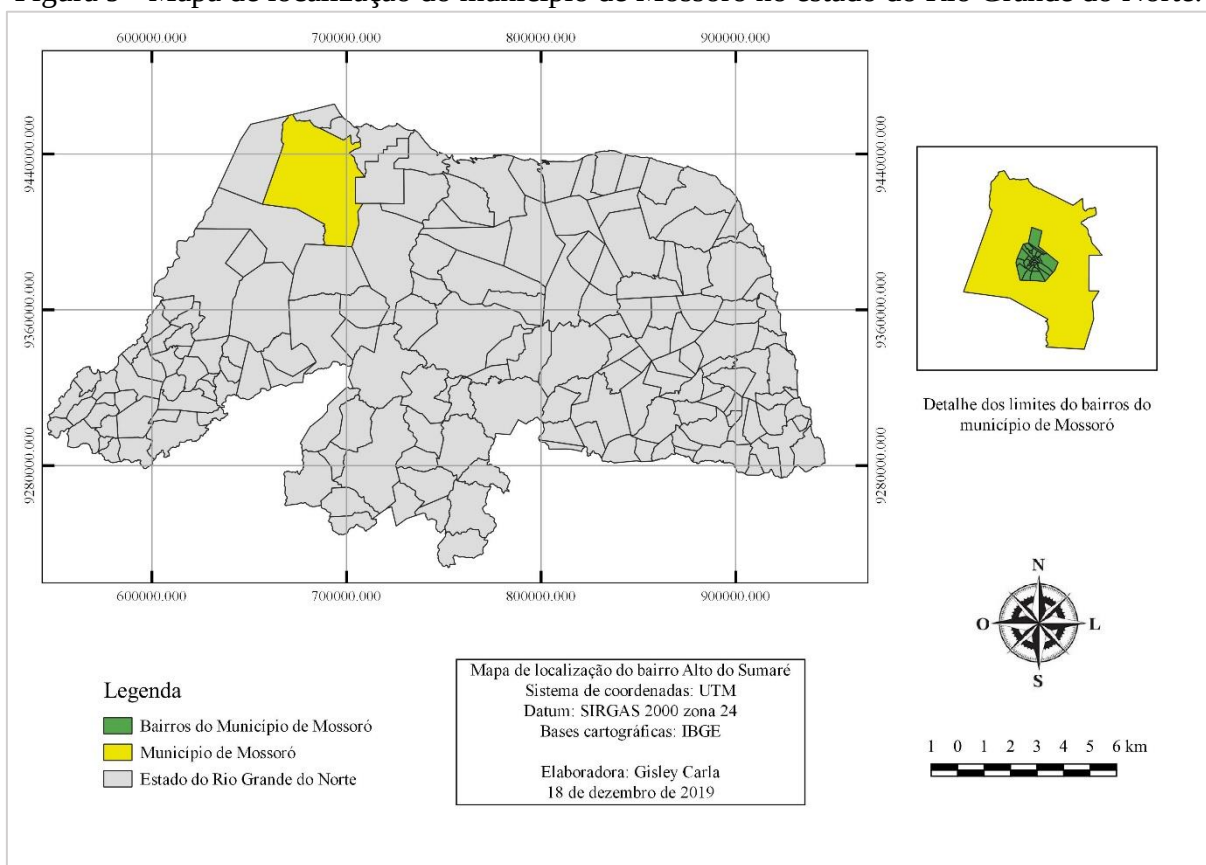
Na etapa 3 foi realizada a modelagem espacial. Para tanto, foi realizado o cruzamento das camadas das quadras urbanizadas e dos pontos de RCC referentes ao bairro. O cruzamento dessas camadas se deu em ambiente SIG, possibilitando a geração de mapas representativos da realidade, que serviram para análise na etapa 4.

Na última etapa da pesquisa (etapa 4), a partir das análises dos resultados, foi possível estimar a densidade urbana do bairro e a gerar mapas, compreendendo um período de dez anos de crescimento do espaço. Esses dez anos foram analisados em dois intervalos de 5 anos. O período selecionado justifica-se por tornar possível uma análise mais recente, desta forma a realidade mais atual do bairro. Também resultou na análise de dados a respeito do arruamento do bairro e a distribuição espacial inadequada dos RCC na área.

3.1 Etapa 1 – identificação e caracterização do caso de estudo

Com uma área total de 2.099,333 km², sendo o maior município do estado em termos de extensão territorial, renda média *per capita* de R\$ 1.826,22 por mês e população de 295.619 pessoas, o município de Mossoró situa-se no interior do estado do Rio Grande do Norte (Figura 9), Mesorregião Oeste Potiguar, Região Nordeste, Brasil (IBGE, 2017).

Figura 9 - Mapa de localização do município de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Autoria própria (2019).

A abordagem dos quatro eixos do saneamento básico do município pode ser destacada conforme discutidos nos itens 3.1.1 a 3.1.4.

3.1.1 Abastecimento de água

Em relação ao abastecimento de água, Mossoró encontra-se inserido totalmente no Polígono das Secas. De acordo com Alvares et al. (2013), o clima do município se enquadra no tipo BSw^h, tendo como referência a classificação climática de Koppen, isto é, “clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono”. Apresenta precipitação pluviométrica média anual de 673,9 mm, com temperatura média de 27°C e umidade média relativa do ar de 68,9%.

A captação de água para abastecimento humano é suprida em sua totalidade por mananciais superficiais e subterrâneos. A Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, localizada no município de Assú-RN, é responsável por abastecer 25% da demanda por captação superficial. Os outros 75% têm origem em mananciais subterrâneos, por meio de 17 poços localizados no município de Mossoró (CAERN, 2018). Contudo, 26.274 pessoas não têm

acesso à água, totalizando 8,9% da população do município (ITB, 2017).

Os bairros da cidade são abastecidos a cada dois dias, com exceção de uma parcela do Centro, que recebe fornecimento de água diariamente. A intermitência do serviço afeta quase que a totalidade dos bairros, em que, a partir de um rodízio, a oferta é realizada de forma alternada. Ademais, problemas na rede de distribuição, principalmente com equipamentos de bombeamento, interrompem o abastecimento com conserto de duração em torno de 4 horas. Contudo, o restabelecimento do serviço só acontece em 24 horas, e produz no consumidor uma percepção de retorno por volta de 48 horas (MOSSORÓ; START, 2016). Nesses casos, por vezes, se faz necessário realizar manobras manuais para que o abastecimento seja reestabelecido.

Os mananciais que abastecem a cidade não têm mais suprido as demandas da população. O crescimento urbano mostrou a necessidade de um novo sistema adutor e, espera-se que o Apodi-Mossoró eleve o nível de atendimento. No diagnóstico apresentado no plano municipal de saneamento do município de Mossoró, foram contabilizados 1.100 registros de falta de água no período de 1 (um) ano (outubro/2014 a outubro/2015). Em relação as ligações e economias cadastradas no município, 86% encontravam-se ativas até a data de julho de 2015, em que, 46.220 dessas apresentavam hidrômetros. Dessa forma, o índice de micromedição é de 66% em relação as economias ativas, e 56% em relação ao total de ligações cadastradas (MOSSORÓ; START, 2016).

As perdas de água acontecem tanto por meio de vazamentos nas adutoras e na de rede de distribuição, quanto nas economias, principalmente nas que apresentam ligações sem hidrômetro. No município de Mossoró o volume de água consumido atingiu 11.233,666 mil m³ no ano de 2017, com um índice de perdas na distribuição atingiu 56,7% (SNIS, 2017). Tem ocorrido no município um aumento crescente de investimentos na micromedição. Contudo, ainda não há indícios de melhoras significativas, possivelmente, pelo fato de estar ocorrendo substituição de equipamentos obsoletos (MOSSORÓ; START, 2016).

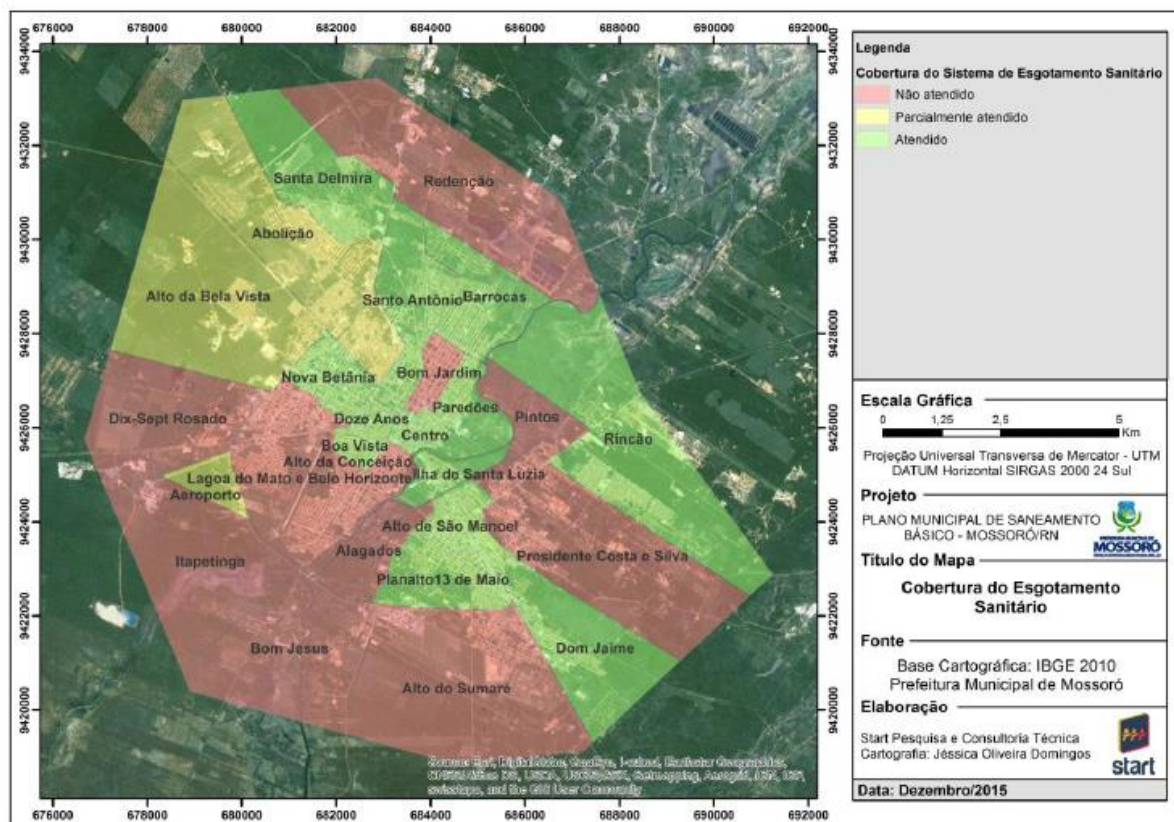
3.1.2 Esgotamento sanitário

Em relação ao sistema de esgotamento sanitário, 56,8% da população no município de Mossoró não usufrui da coleta de esgoto, o que remete ao número de 168.005 pessoas sem esse serviço. Do esgoto recolhido, 6. 272,62 m³ não recebem tratamento (ITB, 2017).

O sistema de esgotamento sanitário de Mossoró apresenta 7 estações elevatórias de esgoto (EEE) de responsabilidade da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

(CAERN). Dessas estações, 5 apresentam sistema coletivo, no qual 44% do esgoto é coletado e tratado. Através da Figura 10 é possível visualizar a cobertura do sistema de esgotamento sanitário de Mossoró.

Figura 10 - Cobertura do sistema de esgotamento sanitário de Mossoró.



Fonte: MOSSORÓ; START (2016).

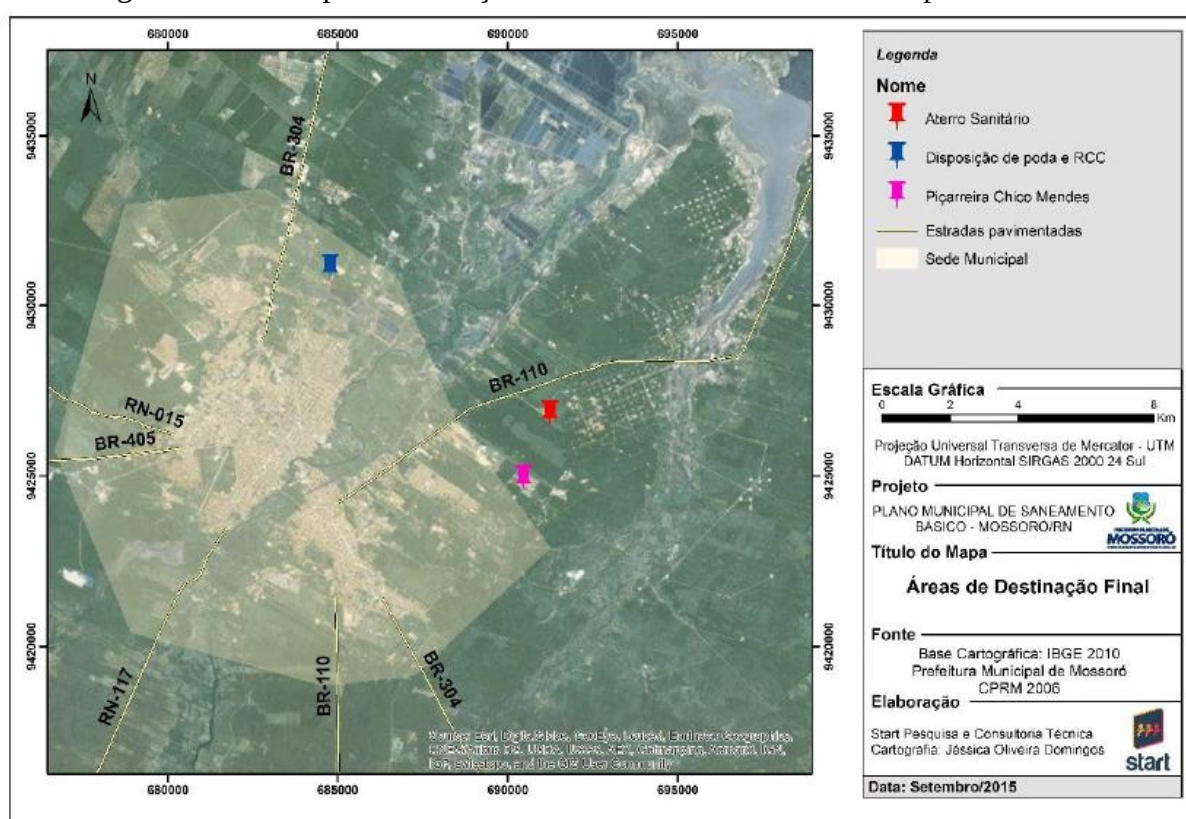
Pode-se destacar, por meio da Figura 10, a situação do bairro Alto do Sumaré, caso de estudo deste trabalho, em que toda a área do bairro não é atendida pelo esgotamento sanitário. Destaca-se, porém, que o mapa apresentado no plano municipal de saneamento básico (Figura 10) está desatualizado, não abrangendo a totalidade da área urbanizada no município.

Há de se destacar que pode ocorrer interferência ente a rede de esgoto e a de drenagem, e o contrário, da drenagem na rede de esgoto, caso os sistemas não sejam dimensionados e construídos da maneira correta seguindo as normas vigentes. O Brasil apresenta o sistema separador absoluto, porém, mesmo assim há interferência entre o sistema de esgoto e o de drenagem, visto a carência de manutenção preventiva (STUCHI, 2005; BONAVITA; FONSECA, 2019).

3.1.3 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Sendo de responsabilidade do gerador, o manejo adequado deve prever coleta, transporte, armazenamento apropriado e destinação final. Neste contexto, a Secretaria de Infraestrutura, Meio ambiente, Urbanismo e Serviços Urbanos (SEIMURB) informa que existem três áreas temporárias onde os resíduos dos serviços públicos de saneamento podem ser depositados (Figura 11) (MOSSORÓ; START, 2016).

Figura 11 - Áreas para destinação dos resíduos sólidos coletados pela Prefeitura.



Fonte: MOSSORÓ; START (2016).

Pela Figura 11, tem-se as seguintes áreas: i) aterro sanitário: recebe os resíduos sólidos domiciliares (classe II A – não inertes); ii) aterro de resíduos da construção civil e resíduos de poda; e iii) Piçarra Chico Mendes, na qual são dispostos os RCC e de podas. Desta forma, os resíduos da construção civil são alocados em duas áreas de destino. Contudo, esses resíduos são acondicionados juntamente com resíduos de poda e entulho, similar a um lixão. Outro fator que necessita de atenção é o fato de uma das áreas não possuir estrutura de isolamento, o que possibilita a disposição clandestina de RCC (MOSSORÓ; START, 2016). Ressalta-se que, da mesma maneira que na Figura 10, o mapa da Figura 11, apresentado no plano municipal de

saneamento básico, encontra-se desatualizado, não abrangendo a totalidade da área urbanizada no município.

3.1.4 Drenagem e manejo de águas pluviais

O município de Mossoró não possui plano diretor de drenagem urbana (PDDU), e a implantação da infraestrutura de drenagem existente foi realizada ao longo do tempo de acordo com as necessidades de soluções pontuais ou emergenciais. Desta forma, alguns pontos mostram a vulnerabilidade do sistema: i) não foi considerada a área ou bacia de contribuição; ii) a rede de drenagem evidencia subdimensionamento em relação a microdrenagem e a macrodrenagem; e iii) não há manutenção satisfatória dos elementos que compõem o sistema (MOSSORÓ; START, 2016).

Outro ponto a se destacar é a falta de cadastramento das redes que compõem o sistema de drenagem, dificultando o acompanhamento de intervenções e a verificação de valores referente às obras de drenagem realizadas no município. Não há também prevenção em relação à desastres de inundações, o que pode ser reflexo da falta de um sistema de informações para acompanhamento de eventos e focos de alagamentos e inundações. O lançamento de esgoto e resíduos na rede de drenagem pode ocasionar obstrução de galerias e canais de drenagem. Contudo, a fiscalização, que fica a cargo da SEIMURB, não é realizada com uma frequência programada, sendo realizada apenas quando há denúncias. Uma informação importante é a de que o município de Mossoró apresenta 17 bacias no total, utilizadas no sistema de drenagem (MOSSORÓ; START, 2016).

Desta forma, a ocupação urbana desordenada tem agravado os problemas relacionados a drenagem no município, com construções ao longo de canais e às margens de cursos de água (MOSSORÓ; START, 2016). Com isso, mostra-se necessário o desenvolvimento de estudos e investimentos na área de saneamento básico para que o serviço já prestado possa avançar em melhorias e expandir para a toda a população.

3.1.5 Bairro Alto do Sumaré, Mossoró-RN

A história do bairro Alto do Sumaré encontra-se intimamente relacionada com a história da empresa Petrobras, no município de Mossoró. Essa empresa adquiriu 40 ha de terras nos arredores da comunidade de Bom Jesus, no ano de 1980, que futuramente seria transformada no bairro “Alto do Sumaré” e, nessa área, deu início a construção definitiva da sede da empresa

no município (ROCHA, 2009).

Um arquivo documental, público e histórico, de posse da SEIMURB, registra a criação do bairro Alto do Sumaré (Anexo A). Tal documento é datado de 1977, ano de criação (ou divisão) do bairro, e em seus registros dispõe de informações acerca dos limites e aspectos geográficos, como área territorial que, naquela época, antes de qualquer expansão urbana, totalizava 746,13 ha de área, aproximadamente 7,5 km² (SEIMURB, 1977).

Ainda no mesmo registro físico é feita referência a estruturas, como a estrada de ferro, que seguia para a cidade de Souza, no estado da Paraíba, e servia como divisa do bairro recém-criado. A ferrovia foi desativada em 1980 e seus trilhos arrancados quase que na totalidade de seu percurso (GIESBRECHT, 2017).

Os relatos do setor de topografia da SEIMURB revelam que o bairro, instituído pela Lei nº 09 de 1977, só deu início ao seu desenvolvimento na década de 90, contudo, com o advento do Programa do Governo Federal Minha Casa Minha Vida (PMCMV) no ano de 2009, houve um impulsionamento. Até os anos 90, todas as ruas não possuíam pavimentação, sem nenhum tipo de estrutura básica, como as existentes atualmente nessa localidade, não havia nem mesmo a disponibilidade de água encanada. Neste momento da história do bairro foi iniciada a construção de escolas, postos de saúde e outras estruturas básicas. Pela Figura 12 é apresentada a sede da Petrobras, nos anos 90, no município de Mossoró.

Figura 12 - Sede da Petrobras em Mossoró às margens da Avenida Wilson Rosado (Avenida do Contorno), bairro Alto do Sumaré.



Fonte: Petrobras (2001).

Ainda pelo setor de topografia da SEIMURB (2019), é testificado que o bairro foi criado de uma maneira incomum, sendo retirada uma área de um bairro já existente, bairro Bom Jesus,

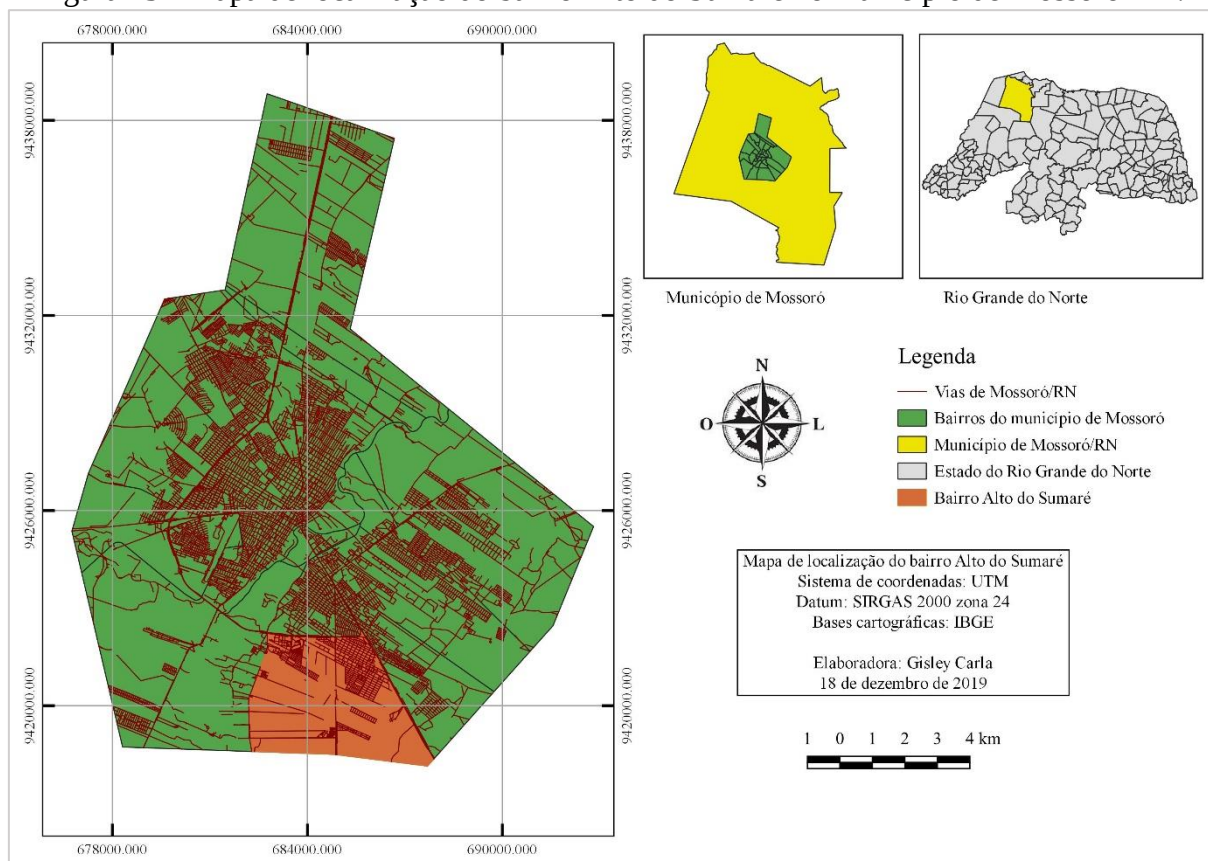
para que a área do Alto do Sumaré fosse complementada. Atualmente, na localidade encontra-se, em sua maioria, residências de boa estrutura física e ruas bem definidas.

Pelo último censo, o Alto do Sumaré apresenta área de 16,60 km², em que 5,10 km² é de área urbanizada, com uma população de 6.483 pessoas residindo, em sua totalidade, no espaço urbano do bairro (IBGE, 2010).

Contudo, a forma como o bairro se desenvolveu e se estruturou, desde as décadas passadas de sua criação (com o crescimento rápido a partir da chegada da Petrobras), reflete hoje em problemas no âmbito do saneamento básico, como alagamentos recorrentes em períodos chuvosos. Esse e outros fatores importantes sobre o saneamento básico no bairro são abordados ao longo dos resultados e discussão (item 4).

Na Figura 13 é apresentado o mapa do município de Mossoró, com as divisões dos bairros, evidenciando o bairro Alto do Sumaré. Pode-se perceber que ainda há uma grande quantidade de terreno no município como um todo onde a expansão urbana não alcançou, o que evidencia um potencial para uma extensão ainda maior do espaço urbano e necessidade de implementação de políticas públicas de saneamento.

Figura 13 - Mapa de localização do bairro Alto do Sumaré no município de Mossoró-RN.



Fonte: Autoria própria (2019).

calçada ou carroçal), onde o ponto de disposição era encontrado, a existência de dispositivos de drenagem urbana (bueiros, bocas de lobo, canais de água pluvial, etc.) e a presença de esgoto a céu aberto.

3.3 Etapa 3 – modelagem espacial

Tanto as quadras urbanizadas, como os pontos de RCC, foram inseridos em ambiente SIG. Em relação as quadras urbanizadas, os arquivos KML foram tratados, gerando um arquivo *shapefile* com camadas nas quais o bairro Alto do Sumaré e as extensões urbanas, ao longo da linha do tempo, foram sobrepostas para análise. Já em relação aos pontos de disposição inadequada de RCC, o banco de dados foi gerado por meio da junção com imagens de satélites fornecidas pelo *plugin OpenLayers*, função desenvolvida pelos colaboradores do *software*, entre tantas outras, que podem ser incorporadas do próprio repositório do QGIS.

A partir da inserção dos dados supracitados no *software* QGIS, foram gerados mapas de distribuição espacial georreferenciados de geração/disposição de RCC, por pequenos geradores, dentro da área urbanizada do bairro. Tanto a área urbanizada quanto as demais delimitações dos bairros em formato *shape file* foram fornecidas pela prefeitura municipal de Mossoró.

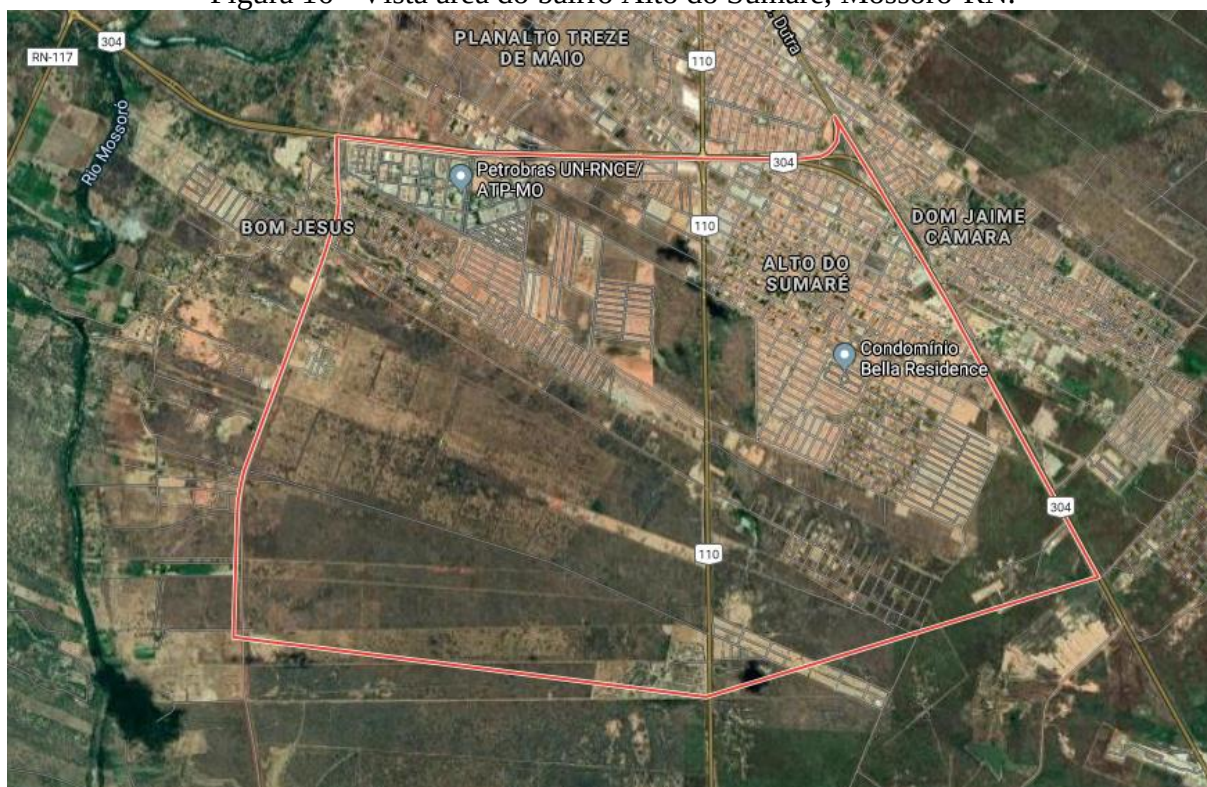
3.4 Etapa 4 – análise do crescimento urbano no bairro Alto do Sumaré

As etapas 2 e 3 subsidiaram a análise dos impactos nos quatro eixos do saneamento básico. Assim, a prestação de serviços de saneamento (quando na sua existência) foram avaliados segundo o aumento da densidade urbana do bairro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com localização periférica, na região Sul do município de Mossoró, o bairro Alto do Sumaré mostrou um crescimento espontâneo, a partir da construção de conjuntos habitacionais. É possível visualizar, por meio da Figura 16, formas e contornos que remetem a especulação imobiliária. A proporção de vegetação por área construída e lotes demarcados destinados a novos empreendimentos tem mostrado uma tendência de construção no bairro.

Figura 16 - Vista área do bairro Alto do Sumaré, Mossoró-RN.



Fonte: *Google Maps* (2019).

O ramo petrolífero no município, como descrito no item 3.1.5, teve participação decisiva na consolidação e desenvolvimento inicial do bairro Alto do Sumaré, influenciando na forma, e uso e ocupação do espaço urbano. Contudo, foi no ano de 2009, com o lançamento do PMCMV, pelo governo federal, que o bairro recebeu novos investimentos na área da construção civil, transformando o Alto do Sumaré predominantemente em um bairro residencial (MACEDO, 2017).

No Quadro 1 são elencadas os principais empreendimentos no bairro Alto do Sumaré e demais informações a respeito das principais unidades habitacionais. Os empreendimentos elencados fazem parte do PMCMV, que tem sido o grande responsável pelo crescimento do

bairro, lançando dezenas de projetos das mais diversas empresas e construtoras.

Quadro 1 - Principais empresas da construção civil com atuação no bairro Alto do Sumaré.

Construtoras	Empreendimentos	Unidades habitacionais	Área construída por unidade habitacional (m²)	Situação
1	A	350	56,85	Finalizado
2	B	335	51,66	Finalizado
	C	180	51,66	Finalizado
3	D	520	Tipo A: 50,06	Interrompido
			Tipo B: 49,12	
4	E	264	65,66	Interrompido
5	F	480	-	Interrompido

Fonte: Contrel (2019); Repav (2019); TJRN (2019).

Os empreendimentos A, B e C foram finalizados e entregues pelas construtoras. Já o D, E e o F tiveram suas obras paradas indefinidamente e deveriam ter sido concluídos nos anos 2013/2014.

No caso do empreendimento D, o não cumprimento com o contrato estabelecido, em que não houve entrega do empreendimento, resultou em processo com ganho para a parte requerente (as pessoas que compraram os apartamentos). A empresa responsável pela construção do condomínio foi sentenciada a pagar uma multa (com valor ainda não definido), por danos morais e afronta a boa-fé (TJRN, 2019). Em nota, a CAIXA informou que, após as obras do empreendimento F terem sido interrompidas, foram adotadas as medidas cabíveis previstas no programa e o empreendimento encontra-se em análise de viabilidade, para que possa ser tomada uma decisão. Já em relação ao empreendimento E, não foi tomada nenhuma posição, pois o banco afirma que não há nenhum vínculo contratual com o empreendimento (CAIXA, 2018).

Segundo o proprietário da construtora 2, em meados do ano de 2019, foi lançado um loteamento, em que, neste caso, a empresa ficou responsável apenas por realizar a venda dos lotes, totalizando mais de 600 unidades. Quatro dos lotes foram doados para a CAERN perfurar um poço nas imediações, pois as novas construções não teriam suas demandas de água supridas sem a adição de mais oferta no sistema.

Construções viárias também contribuíram para a ascensão urbana da localidade, como a BR-110, que liga Mossoró a Upanema, e divide o bairro ao meio. Outro exemplo é a chamada Avenida do Contorno ou Complexo Viário do Abolição, onde a BR-304 foi duplicada,

representando um novo acesso ao bairro. Além da pavimentação de várias ruas, a CAERN inaugurou um novo reservatório no ano de 2013 e novos postos de combustível foram construídos (MOSSORÓ, 2018).

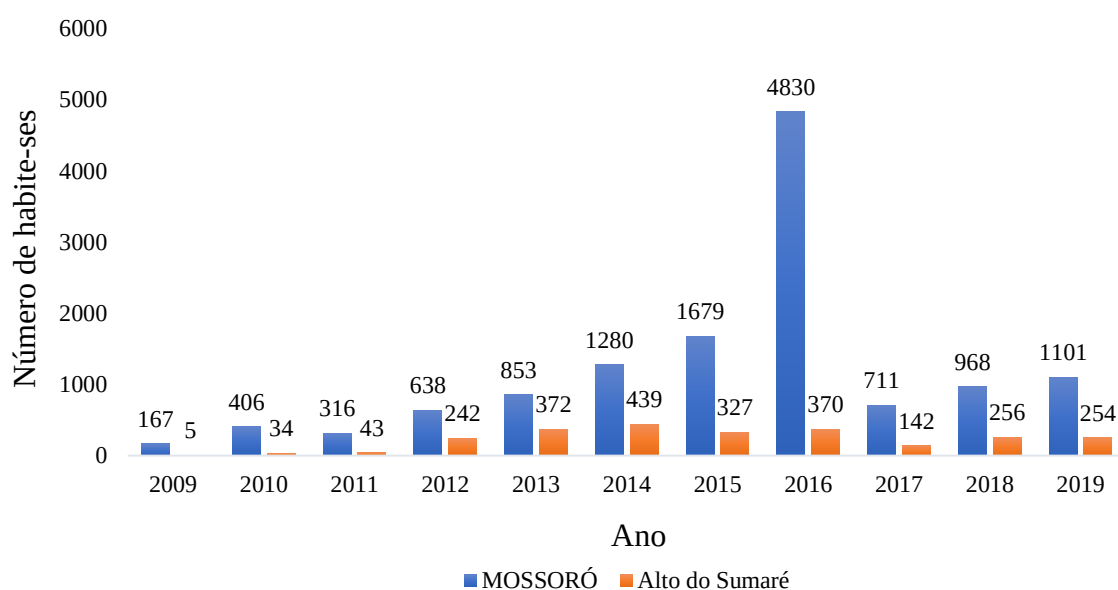
Outros fatores que podem ser destacados é a localidade do bairro em relação a cidade e as formas de acesso, além das vias de acesso no seu interior. As rodovias dão oportunidade a empreendimentos, formas de escoamento de materiais e produtos e as ruas do bairro são pavimentadas, em sua maioria. Desta forma, o crescimento urbano do bairro tem tido incentivo por parte do PMCMV e de outros pontos já mencionados.

4.1 Análise do crescimento urbano no bairro Alto do Sumaré

Por meio da realização da etapa 2, discutida na metodologia (item 3), foi possível obter a relação de habite-se, demarcar as quadras urbanizadas e geolocalizar pontos de disposição inadequada de RCC, que subsidiaram a análise do crescimento urbano. Para realizar tal análise, foi utilizado o SIG para uma visualização espacial dos dados.

Dessa forma, sendo o habite-se uma autorização expedida por um órgão municipal que autoriza a ocupação de um imóvel, o crescimento do número desse documento mostra-se diretamente proporcional ao crescimento de uma área urbanizada. Por meio da Figura 17 é disposta a relação de habite-ses ao longo dos 10 anos últimos anos (2009 a 2019).

Figura 17 - Relação de habite-ses expedidos em Mossoró-RN e no bairro Alto do Sumaré.



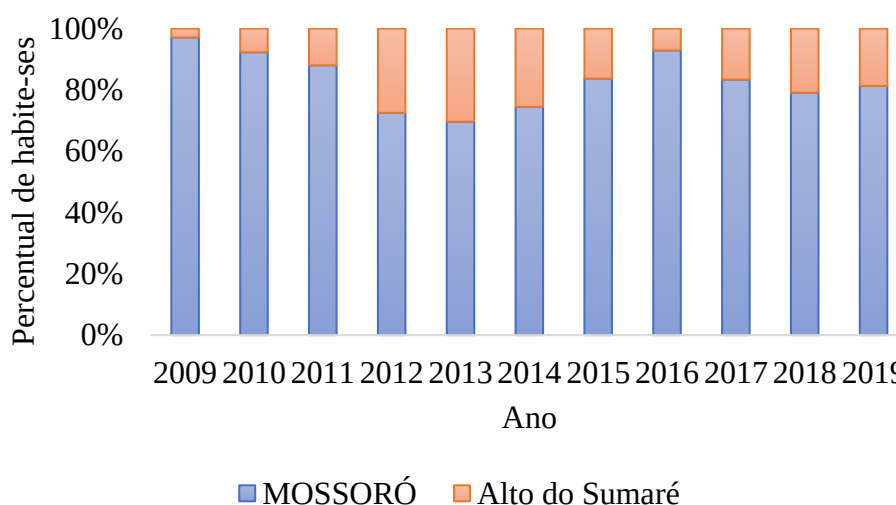
Fonte: Autoria própria (2019), baseado em dados fornecidos pela SEIMURB (2019).

Pode-se perceber, por meio da Figura 17, aumento de pedidos de habite-ses dos anos 2014 a 2016. E há de se ressaltar que o número de habite-ses que representa o ano de 2019 pode ainda ser maior, haja visto a coleta de dados ter se estendido até o dia 4 de dezembro do ano de 2019. O ano em que mais foram entregues construções no bairro de Alto do Sumaré foi em 2014, com um total de 439 habite-ses expedidos. Um indicativo desse crescimento pode estar relacionado com a alta de exportações em Mossoró, sendo considerado o maior exportador potiguar nesse mesmo ano, com U\$ 75 milhões, o que corresponde a 29,84% das vendas do RN a outros países em relação a todo o ano de 2014 (SEBRAE, 2013).

Ainda da Figura 17, pode-se perceber que o ano em que mais se fez pedidos de habite-ses em Mossoró foi o de 2016, já o de 2009 é o menor da década estudada. Pode-se inferir também que, a quantidade de habite-ses no ano de 2016 apresentou um acréscimo, totalizando quase 5.000 documentos expedidos no município de Mossoró. E depois do aumento, o número tende a cair novamente e reiniciar um ciclo. Contudo, a ideia de ciclicidade não pode ser comprovada apenas com o estudo dessa década, pode-se afirmar somente que há uma tendência neste recorte estudado.

A partir da Figura 18 é possível observar a proporção de construções do Alto do Sumaré em relação ao município. Percebe-se que, nos anos de 2012 a 2014, mais de 25% dos habite-ses expedidos no município de Mossoró estavam associados ao bairro Alto do Sumaré. Este fato pode estar relacionado, também, com o progresso em infraestrutura de parte do saneamento básico no bairro, no qual houve uma melhoria do abastecimento de água com a inauguração de um novo reservatório da CAERN no ano de 2013.

Figura 18 - Proporção de habite-ses expedidos em Mossoró-RN e no bairro Alto do Sumaré.

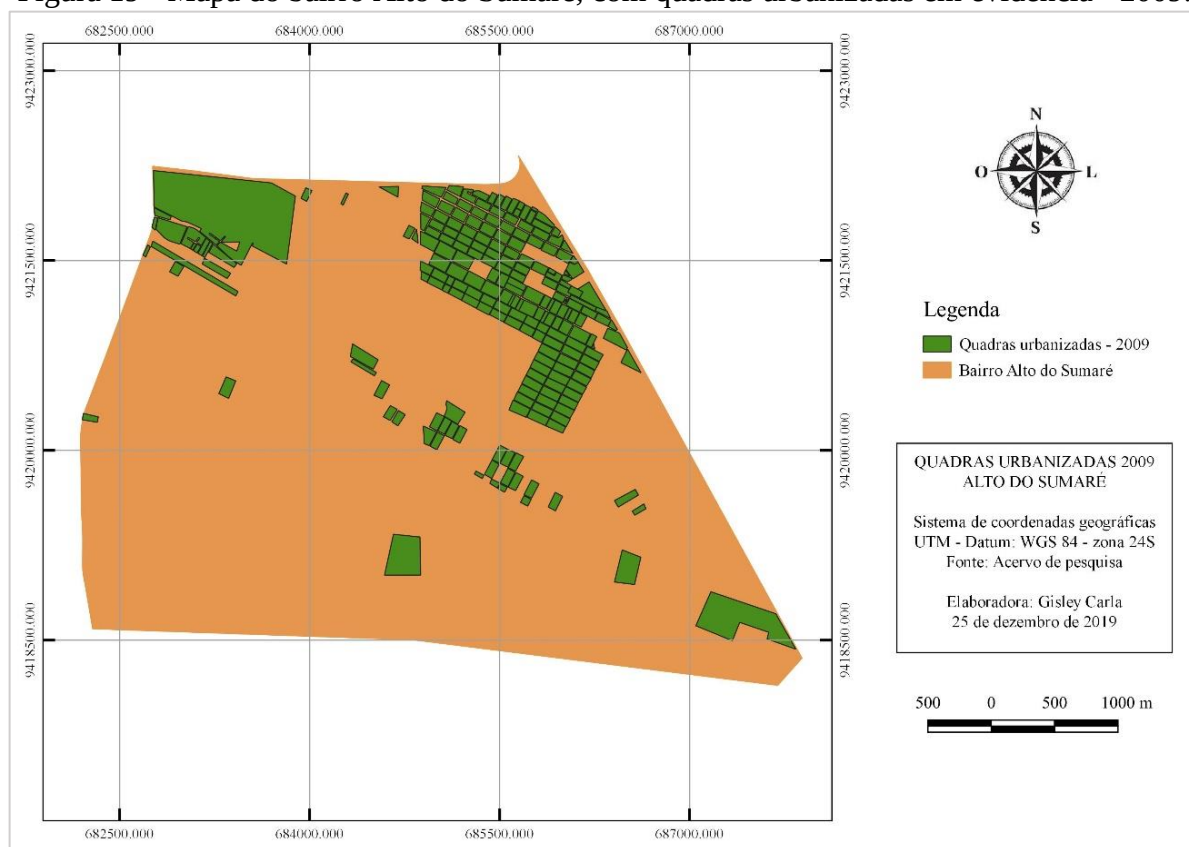


Fonte: Autoria própria (2019), baseado em dados fornecidos pela SEIMURB (2019).

Um ponto importante a se destacar, por meio da Figura 18, é o fato de, no município, o ano de 2016 ter sido o de maior expressividade. Contudo, quando se analisa a proporção com o bairro Alto do Sumaré, a expressividade do bairro nesse ano apresentou um percentual de 7,66%, inferior ao identificado entre os anos de 2012 a 2014.

A quantidade de quadras urbanizadas é um resultado direto do crescimento do número de habite-ses no bairro. A visualização espacial do comportamento do processo de crescimento no bairro Alto do Sumaré, nos anos de 2009, 2014 e 2019, é apresentada por meio das Figuras 19 a 21.

Figura 19 - Mapa do bairro Alto do Sumaré, com quadras urbanizadas em evidência - 2009.



Fonte: Autoria própria (2019), com base nos dados da Secretaria Municipal de Tributação de Mossoró (2019).

Figura 20 - Mapa do bairro Alto do Sumaré, com quadras urbanizadas em evidência - 2014.



Fonte: Autoria própria (2019), com base nos dados da Secretaria Municipal de Tributação de Mossoró (2019).

Figura 21 - Mapa do bairro Alto do Sumaré, com quadras urbanizadas em evidência - 2019.



Fonte: Autoria própria (2019), com base nos dados da Secretaria Municipal de Tributação de Mossoró (2019).

Por meio da análise das Figuras 19 a 21, é visível o crescimento do bairro ao longo dos dez últimos anos. As construções tendem a si desenvolver a sudeste do bairro, no qual as quadras urbanizadas se aglomeram, aumentando a densidade urbana da área. Em relação aos anos analisados (2009, 2014 e 2019), a densidade urbana do bairro (relação entre a área construída e a área total do bairro) são respectivamente: 14,79%, 20,44% e 28,93%. Já em relação ao crescimento entre os anos em análise, tem-se que de 2009 a 2014 houve acréscimo de 38,23% e 41,53% entre os anos de 2014 a 2019. Na Tabela 2, são dispostas outras informações relevantes acerca das quadras urbanizadas do bairro.

Tabela 2 - Resumo das quadras urbanizadas no bairro Alto do Sumaré.

Ano	Contagem de quadras	Média de área (ha)
2009	217	1,13
2014	320	1,06
2019	454	1,05

Fonte: Autoria própria (2020).

Pode-se inferir, pela análise da Tabela 2, que houve um aumento de 103 quadras do ano de 2009 a 2014 e, de 134 de 2014 para 2019. Dessa forma, tanto a quantidade de quadras urbanizadas cresceu de 2009 para 2019, como esse crescimento foi ultrapassado nos outros 5 anos analisados, mostrando uma tendência de expansão urbana no bairro.

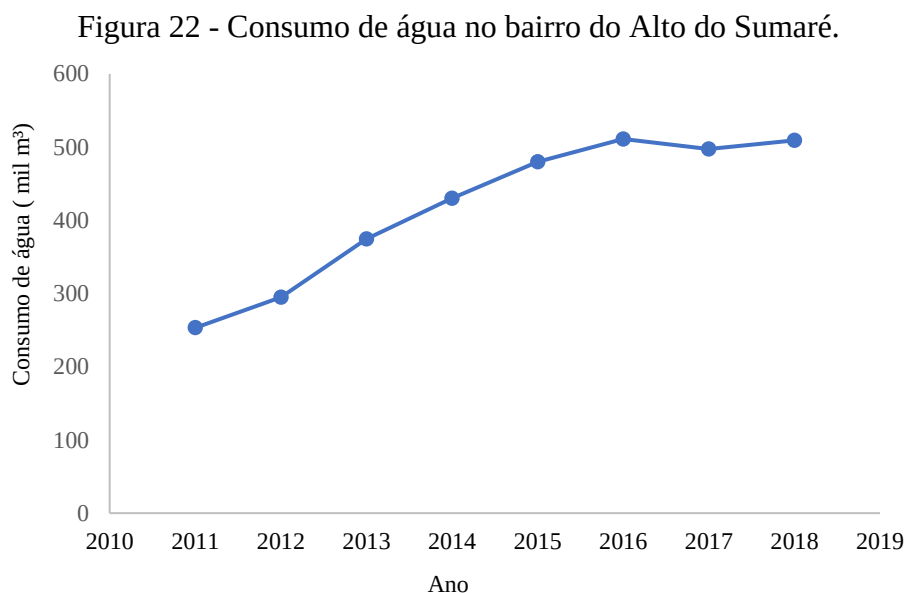
Outra análise importante a se fazer, por meio dos dados apresentados na Tabela 2, é a de que a média de área das quadras, em hectares, tem diminuído ao longo dos 10 últimos anos em 6,49%. Isso evidencia que, as quadras estão cada vez menores, ao passo que a quantidade delas tem aumentado, resultando em um adensamento urbano.

4.1.1 Impactos no consumo de água

Por meio das Figuras 19 a 21 (item 4.1), pode-se perceber o aumento da área urbana sob a área não edificada do bairro Alto do Sumaré. Essa tendência de crescimento urbano em um determinado espaço remete ao conceito de espraiamento urbano, conforme contextualização realizada no item 2.2.1. Esse crescimento se deu, principalmente, de forma horizontal, por meio da construção de condomínios residenciais, sendo alguns deles apresentados no Quadro 1 (item 4).

Com isso, quanto maior o espraiamento urbano, maior é quantidade de ramificações das redes de distribuição necessárias para atender as localidades, que se espalham pela área

disponível. Considerando a proporcionalidade direta entre crescimento urbano e aumento da densidade populacional, levando em consideração a construção de condomínios residenciais, houve acréscimo no consumo. A partir da Figura 22, pode-se inferir que essa teoria se confirma.



Fonte: CAERN (2019).

Pela Figura 22, percebe-se o aumento gradual do consumo de água no bairro, chegando a 511.070 m³ no ano de 2016. Nesse mesmo ano, houve o segundo maior número de emissões de habite-se pela SEIMURB (2019), conforme ilustrado na Figura 17 (item 4.1). Dessa forma, pode-se fazer a relação entre o aumento de habite-ses e micromedições. Nos 8 anos analisados, a média de consumo do bairro foi de 454.841 m³ por ano e, posteriormente o patamar e redução dos habite-ses.

De modo a equilibrar esse aumento crescente no consumo de água do bairro Alto do Sumaré, medidas podem ser tomadas em vários níveis de gerenciamento, conforme discutido no item 2.3.2.1. Em se tratando do nível micro, ou seja, ações voltadas para as edificações, as alternativas tecnológicas se constituem em uma opção viável, uma vez que a redução no consumo de água é obtida independente da mudança de hábitos dos usuários (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999). Em contrapartida, o incentivo à diminuição no consumo de água por parte de campanhas educacionais e bonificações fiscais por partes dos órgãos competentes, também mostram-se alternativas válidas.

Dentre essas alternativas, pode-se citar a adoção de bacia sanitária de acionamento *dual-flush*, que configura-se em um mecanismo poupador de água, possibilitando dois tipos de acionamento: i) um dos botões, se acionado, resulta em uma descarga completa de 6 L de água

por acionamento, indicada para o arraste de dejetos sólidos; e ii) o outro botão resulta em um acionamento de uma meia descarga, para remoção de dejetos líquidos, com volume de 3 L de água por acionamento (PNCDA, 2003). Esse sistema pode vir incorporado nas caixas acopladas ou por meio de substituição do dispositivo de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada convencionais (de 6 L por acionamento) por *kits* universais de acionamento duplo (Figura 23).

Figura 23 - Kit universal de duplo acionamento para bacias sanitárias com caixa acoplada.



Fonte: Deca (2020).

Diante disso, é possível obter uma redução significativa no consumo de água por meio da substituição de bacias sanitárias de caixa acoplada convencional, por exemplo, pelo sistema de acionamento *dual-flush*. Nesse contexto, pode-se calcular o percentual de redução de consumo de água no bairro Alto do Sumaré com essa substituição.

Com um total de 6.483 habitantes no Alto de Sumaré (IBGE, 2010) e 1.883 economias cadastradas (CAERN, 2019) no sistema de distribuição de água, tem-se 3,44 habitantes.economia⁻¹ no bairro. Esses dados referem-se ao ano de 2010, pois foi o último censo realizado da população do bairro. Considerando que todas as edificações sejam dotadas de bacias sanitárias convencionais de acionamento único (6 L.acionamento⁻¹), e que cada pessoa realiza 5 acionamentos.dia⁻¹, sendo 4 para arraste de dejetos líquidos e 1 para dejetos sólidos, ter-se-ia um consumo de 194,33 m³.dia⁻¹, correspondente às bacias sanitárias no bairro, ou seja, 5.829,90 m³.mês⁻¹ (e 69.958,80 m³.ano⁻¹). Com a substituição da bacia convencional pelo sistema *dual-flush* (6 L para dejetos sólidos e 3 L para líquidos), o consumo de água seria de 3.497,70 m³.mês⁻¹ (e 41.972,40 m³.ano⁻¹). A redução percentual no consumo de água, com a

adoção dessa medida, equivaleria a 40%, no consumo de água específico de bacias sanitárias, e 6,15% no consumo total.

Tomando como base o consumo médio anual de água no bairro, que foi de 454.841 m³.ano⁻¹ para o período analisado, o consumo de água para as bacias sanitárias passaria de 15,38% para 9,23% do consumo de água total do bairro, o que mostra a relevância que uma simples troca de equipamento hidrossanitário, a nível de edificação, poderia proporcionar na redução do consumo de água no bairro.

4.1.2 Impactos no sistema de esgoto

O aumento no consumo de água no bairro, apresentado na Figura 22, reflete, necessariamente, nas vazões de esgotos geradas. Considerando um coeficiente de retorno de 0,80, comumente adotado no Brasil, ter-se-ia um incremento de mais de 200 mil m³ de esgoto no período analisado, o que equivale a uma elevação superior a 50% nessa geração.

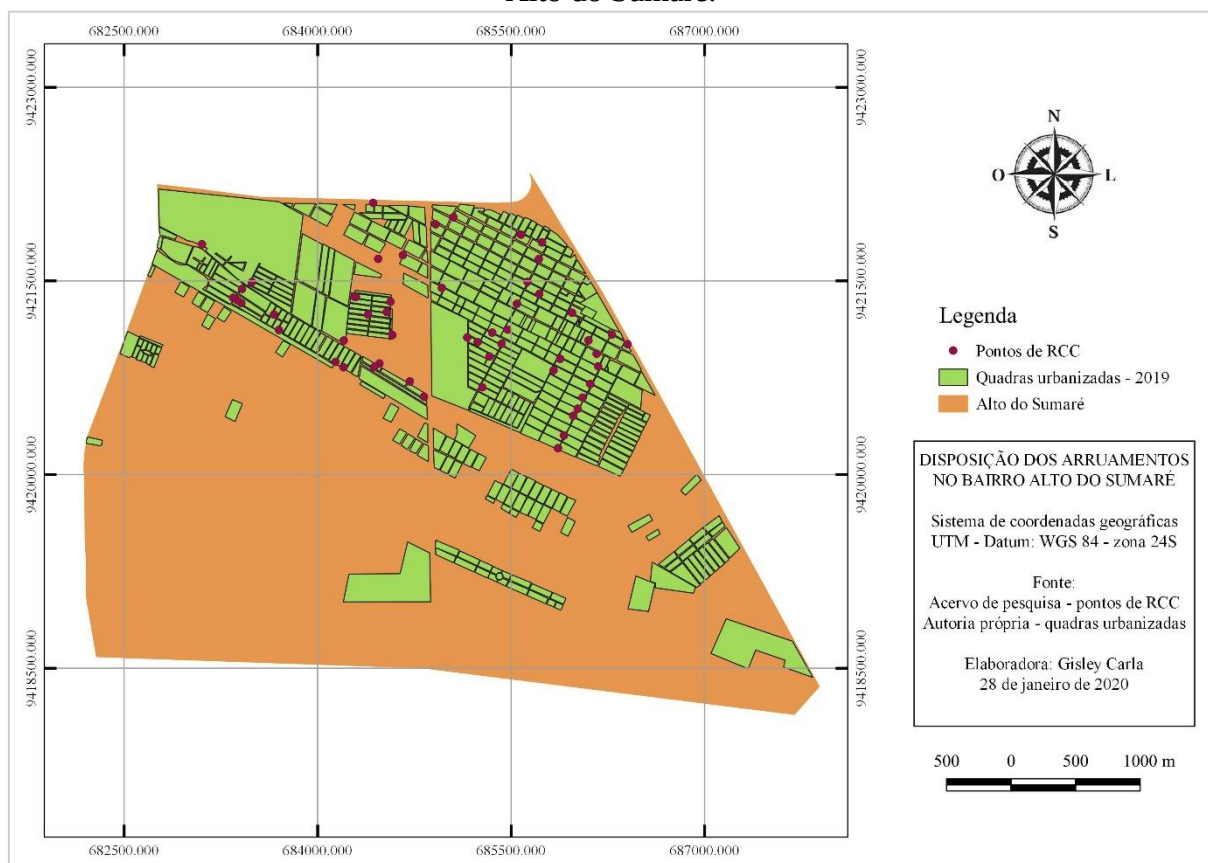
Conforme ilustrado na Figura 10 (item 3.1.2), não há disponibilidade de rede de esgoto no bairro Alto do Sumaré, o que incentiva o uso de sistemas individuais de esgoto no bairro. Como explanado no item 2.3.3. A norma NBR 13.969 (ABNT, 1997) regulamenta que os domicílios devem ter espaçamentos mínimos para a instalação desses tipos de sistemas, para que possa haver absorção das águas residuárias de forma ambientalmente segura para o entorno. Portanto, se faz necessário a discussão a respeito da problemática que se instala, referente aos projetos de unidades de tratamento complementares para sistemas de tratamento individuais nem sempre são considerados, permitindo que uma carga poluidora mais elevada contamine o espaço em torno do sistema de esgoto e áreas mais distantes.

Como discutido no item 4.1, o número de quadras no bairro tem aumentado, ao passo que a média de área delas tem diminuído ao longo dos 10 últimos anos. Fazendo relação ao item 2.3.3, tem-se que há distâncias horizontais mínimas a serem seguidas para a instalação de sistemas individuais de esgoto. Entretanto, se a área da quadra urbanizada continuar a diminuir, o que tem se mostrado uma tendência pelas análises realizadas, pode acontecer a inviabilização do uso desses sistemas, seja pela falta de área útil no lote ou pela diminuição da taxa de permeabilidade do solo, com a adoção de sistemas múltiplos. Portanto, o bairro Alto do Sumaré mostra a necessidade de um sistema de esgoto coletivo frente a expansão urbana que se desenvolve atualmente na área.

4.1.3 Impactos na geração de resíduos da construção civil

Na Figura 24 é evidenciada a distribuição dos pontos de disposição inadequada de RCC no bairro Alto do Sumaré e as quadras urbanizadas. O bairro apresenta uma área total de 16,55 km², nos quais 4,79 km² correspondem a quadras urbanizadas até o ano de 2019, resultando em uma densidade urbana de 28,93%, conforme discutido no item 4.1. Através da Figura 24, pode-se perceber que os 54 pontos de disposição inadequada de RCC por pequenos geradores, identificados nesta pesquisa, estão distribuídos exclusivamente pela área urbanizada, apresentando uma densidade de 11,27 pontos.km⁻² (em relação a área urbanizada).

Figura 24 - Distribuição espacial de resíduos da construção civil na área urbanizada do bairro Alto do Sumaré.



Fonte: Autoria própria (2020), com base nos dados obtidos no projeto SIGERCC (2019).

Tal evidência corrobora com a importância de um plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil (PIGRCC) para o município de Mossoró, instrumento de gestão ainda não existente no município, conforme discutido em Oliveira et al. (2019).

Diante do exposto, pode-se relacionar o desenvolvimento urbano do bairro com a intensificação da construção civil, resultando na geração de RCC, que são alocados

indevidamente nos arredores da construção. Marques Neto (2005) pontua que, cerca de 51 a 70% dos resíduos sólidos urbanos coletados são RCC, o que evidencia a necessidade de um gerenciamento atuante nesta área.

Conforme discutido no item 2.3.4, são necessários pontos de coleta intermediários para que a gestão de pequenos geradores possa se tornar mais eficiente. E, nesta discussão, a contribuição de Silva (2019) foi no sentido de estimar a quantidade mínima de PEV em 5,9 pontos.km⁻² para o bairro Alto do Sumaré, segundo metodologia de Paz et al. (2018), em comparação ao plano de saneamento básico de Mossoró.

Assim, tendo como prerrogativa o disposto na Figura 24, tem-se que a disposição inadequada de RCC segue a linha de urbanização do bairro. Dessa forma, o crescimento urbano demonstrado pela análise das Figuras 19 a 21 sugere que, quando o restante do bairro for urbanizado, os pontos de RCC mostrarão uma tendência a acompanhar essas construções, seja em reformas ou com novas construções. Diante disso, a implantação de pontos de entrega voluntária para recebimento de RCC, em relação aos pequenos geradores, mostra-se iminente em que, a responsabilidade da prefeitura é determinante.

4.1.4 Impactos no sistema de drenagem

A área pavimentada de um espaço urbano é influenciada pelo crescimento urbano em que, mudança do uso e ocupação do solo, resultam em urbanização e impermeabilização. Quando mais áreas urbanizadas, mais ruas serão pavimentadas, causando, assim, a diminuição da área de infiltração natural, o que sugere a necessidade de instalação de um sistema de drenagem eficiente. Pela Figura 25, pode-se visualizar os arruamentos do bairro Alto do Sumaré.

Totalizando 70,24 ha de rua, e uma densidade pavimentada de 4,25%, o aumento de área pavimentada tende a elevar junto ao crescimento urbano. Assim, quanto mais elevado o índice de impermeabilização do solo, mais rápida será a resposta hidrológica da bacia de contribuição, diminuindo o tempo de concentração e, conseqüentemente, elevando a vazão de cheia. Deve-se considerar também, neste contexto, que a área urbanizada, ocupada pelas edificações, em sua maioria, teve a vegetação natural retirada do local, reduzindo a infiltração das águas da chuva.

Figura 25 - Mapa de arruamento do bairro Alto do Sumaré.



Fonte: Autoria própria (2019).

No bairro, foram contabilizadas 22 ruas em terra batida, 17 em paralelepípedo e 15 em asfalto. As ruas em terra proporcionam uma via com vários empoçamentos quando em dias de chuva, quando não construídas da maneira correta (os casos mais recorrentes), dificultando a passagem de pedestres. Já as ruas de paralelepípedo proporcionam uma boa infiltração, porém, na ausência de dispositivos de drenagem urbana, as vias podem ficar comprometidas em dia de chuvas de maior intensidade e curta duração.

Em relação as ruas asfaltadas, há de se verificar se o abaulamento (que deve ser de 1,5% a 2,0%) foi realizado devidamente para que as águas escoem aos receptores do sistema. Contudo, a ausência desses dispositivos representam um problema maior, caso que foi verificado quando as visitas in loco. Uma grande desvantagem do asfalto comum é a impermeabilização da via, não permitindo uma infiltração das águas no solo. Não foram visualizados esgotos a céu aberto e dispositivos de drenagem, o que faz do bairro um local necessitado de investimentos na área de saneamento básico.

Uma alternativa ao uso de pavimentos impermeabilizantes é a implantação de pavimentos permeáveis. Concreto, asfalto ou blocos vazados com alta capacidade de

infiltração, permitem a infiltração da água para o solo. Contudo, não podem ser utilizados em ruas com tráfego intenso e/ou carga pesada, pois a eficiência do pavimento pode vir a diminuir (TUCCI, 2005).

A ausência de componentes do sistema de drenagem em boas condições de uso, bem como, um crescimento urbano desordenado, que não leve em consideração a topografia do terreno ou a presença de corpos d'água, provoca transbordamentos e inundações que assolam a população urbana. Estudos que busquem traçar alternativas para a diminuição da área de infiltração natural dos espaços urbanos e a melhoria e modernização dos sistemas de drenagem, são caminhos válidos para o manejo de águas pluviais.

5 CONCLUSÃO

A partir do estudo dos impactos do crescimento urbano no sistema de saneamento básico do bairro Alto do Sumaré, Mossoró-RN pode-se concluir que:

- o aumento na densidade urbana, de 14,79% (2009) para 28,93% (2019), resultou num aumento de 101,15% no consumo de água (2011 a 2018);
- a utilização de alternativas tecnológicas economizadoras de água, a exemplo de bacia sanitária *dual flush*, poderia resultar numa diminuição da demanda de água, em 6,15%;
- mostra-se interessante um sistema de bonificação para os moradores que, comprovadamente, adotarem ações que possam minimizar os impactos ambientais do crescimento urbano, utilizando-se das seguintes medidas; criação de bandeira para abatimento das tarifas de água; e linha de crédito junto aos bancos públicos para financiar a aquisição de aparelhos que visem a racionalização do consumo de água;
- a área da quadra urbanizada diminui 6,49% em média, no período analisado, o que pode vir a inviabilizar o uso de sistemas individuais de esgoto no futuro, caso essa redução continue, seja pela falta de área útil no lote ou pela diminuição da taxa de permeabilidade do solo, com a adoção de sistemas múltiplos de esgotamento sanitário;
- a densidade de pontos de disposição inadequada de resíduos da construção civil, nos logradouros do bairro, evidenciam a importância e urgência de elaboração de um plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil (PIGRCC) para o município de Mossoró;
- há a necessidade iminente de implantação de pontos de entrega voluntária para recebimento de resíduos da construção civil, para os pequenos geradores, por parte da prefeitura;
- há a necessidade de incentivo, por parte da prefeitura, para a adoção de alternativas que proporcionem um aumento da área permeável do solo (a exemplo de pavimentos permeáveis), bem como ações que contribuam para a utilização de fontes alternativas de água, a exemplo de captação de água de chuva, que além de aumentar a oferta hídrica, contribuem, ativamente, para a diminuição do escoamento superficial.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro. 1997.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro. 1993.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2017**. São Paulo, 2018.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica; ANA – Agência Nacional de Águas. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica / Agência Nacional de Águas. Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. 30p.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Lista de termos para o Thesaurus de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas**. Brasília, 2014.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília, 2017.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; Sparovek, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p. 711-728, 2013.

ALVES, L. A.; FILHO, V. R. **Breves considerações sobre a descentralização e as transformações na estrutura comercial das cidades**. *Ateliê Geográfico*. Goiânia, v. 8, n. 3, p.70-87, dez/2014.

ANDRADE, I.; CLEMENTINO, M. do L. Descentralização e impasses da governança metropolitana. As metrópoles e a questão social brasileira. Rio de Janeiro: **Editora Revan e Observatório das Metrópoles**, 2007. p. 239-258.

ARAÚJO, E. L. **Estimativa e análise do crescimento da demanda de água, a partir de cenários de uso e ocupação do solo**. 2012. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2012.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informação Geográfica: aplicações na agricultura**. In: CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. *Princípios básicos em geoprocessamento*. 2.ed. Brasília: EMBRAPA-SPI/ EMBRAPA-CPAC. 1998.

BARROS, M. de B.; RUFINO, I. A. A.; MIRANDA, L. I. B. de. Water saving mechanisms supporting urban planning. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**, v. 21, n. 1, p. 251-262, Mar. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2318-03312016000100251&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 Dez. 2019.

BEDIAKO, I.A.; ZHAO, X.; ANTWI, H.A.; MENSAHA, C. N. 2018. Urban water supply systems improvement through water technology adoption. **Technology in Society**. v. 55, p. 70–77.

BETTENCOURT, L. M. A.; JOSÉ LOBO; D. H; CHRISTIAN KÜHNERT; G. B. W. **Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities**. PNAS 2007 104 (17) 7301-7306; published ahead of print., april 16, 2007. Disponível em: <doi:10.1073/pnas.0610172104>. Acesso em: 30 nov. 2019.

BONAVITA, G. D. de O.; FONSECA, P. L. da F. Análise de sistemas de microdrenagem – as *built* e as possíveis interferências em áreas urbanas. **Labor & Eng.**, v.13, p. 1-12. Campinas, SP, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/download/8655745/21372/>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015**. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília, 2015.

BRASIL. **Lei nº 13.308, de 6 de julho de 2016**. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, determinando a manutenção preventiva das redes de drenagem pluvial. Brasília, 2016.

BRASIL. **PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – Versão Preliminar para Consulta Pública**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

BRASIL. **PLANSAB – PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO/Mai saúde com qualidade de vida e cidadania**. Brasília: Versão revisada, 2019. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab/Versaoatualizada07mar2019_consultapublica.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2019.

Cadernos PETROBRAS. Dezembro/2001, n.1.

CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. **Dados operacionais**. Documento não publicado. 2018.

CAIXA – Caixa Econômica Federal. **Nota de esclarecimento**. Brasília, 2018.

CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – UNRIC. **Relatório da ONU: mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050**. Nova York, 2016. Disponível em: <<http://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra->

populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>. Acesso em: 14 out. 2019.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002**. Dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de jul. 2002. Seção 1, p. 95-96.

CORREIA, R. L. **O Espaço Urbano**. 3. ed. n.174. Rio de Janeiro: Editora Ática, 1995. p.1-16. (Série Princípios).

COSTA, C.; LEE, S. The Evolution of Urban Spatial Structure in Brasília: Focusing on the Role of Urban Development Policies. **Sustainability**, v. 11, n. 2, p. 553, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/su11020553>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

CURITIBA, Prefeitura Municipal de. **Plano Municipal de Esgotamento Sanitário**. Elaborado pela comissão instituída pelo Decreto Municipal nº 805, de 19 de agosto de 2014. Coordenação: Marlise Teresa Eggers Jorge. Curitiba, 2017. Disponível em: <<https://mid.curitiba.pr.gov.br/2017/00211736.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2019.

DECA. **Mecanismo Universal**: kit universal duplo acionamento caixa acoplada. Disponível em: <<https://www.deca.com.br/produto/kit-universal-duplo-acionamento-caixa-acoplada-bruto-1100si6001/>>. Acesso em: 03 fev. 2020.

DAN, F. K. **Previsão de demanda para sistemas de abastecimento de água**. Dissertação de mestrado. São Carlos, 2010.

DUARTE, D. H. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental; método para previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Estruturas Ambientais Urbanas) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Geotecnologias e Geoinformação**: o produtor pergunta, a Embrapa responde / editores técnicos, Sérgio Gomes Tôsto ... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa, 2014. 248 p.: il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

FERREIRA, N. C. **Apostila de sistema de informações geográficas**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás – Sistemas de Informações Geográficas. Goiânia, 2006. Disponível em: <http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1414/apostila_sig.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2020.

FILHO, F. C. M. M.; AMARAL, D. B. Histórico da expansão urbana e ocorrência de inundações na cidade de Cuiabá-MT. **Revista Sociedade e Natureza**, v. 26, n. 1, p. 159-170. Uberlândia, 2013.

FGV CERI – Fundação Getúlio Vargas – Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura. **MEDINDO O SANEAMENTO**: Potencialidades e limitações dos bancos de dados brasileiros. Rio de Janeiro, 2018.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. (Eds.) **Land-Use and Land Cover Change**. Springer: Berlin, Germany, 2006.

GIESBRECHT, R. M. **ESTAÇÕES FERROVIÁRIAS** do Brasil. 2017. Disponível em: <<http://www.estacoesferroviarias.com.br/rgn/mossoro.htm>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. DTA F1. Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais. **PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. Brasília, 1999.

GUEDES, M. J. F.; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. C. L. Alternativas de Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de uma Cidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** – RBRH, v. 19, n. 3, p. 51-62. 2014.

GROSTEIN, M. D. Metrôpoles e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. **São Paulo Perspec.**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 13-19, jan. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392001000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 nov. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392001000100003>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Brasil em síntese**. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>>. Acesso em: 07 jan. de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Demográfico e contagem**. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010RgaAdAgsn.asp>>. Acesso em: nov. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Cidades e Estados**. 2017. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 jan. de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Perfil dos municípios brasileiros: Saneamento básico: Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico: 2017 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais**. - Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 39p.

ITB – Instituto Trata Brasil. **Painel Saneamento Brasil** – Município Mossoró. Brasil, 2018. Disponível: <<https://www.painelsaneamento.org.br/sobre/oque-e>>. Acesso em: 06 jan. 2020.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995. 170 p.

LI, H.; CHEN, Z.; YONG, L.; KONG, S.C.W. Application of integrated GPS and GIS technology for reducing construction waste and improving construction efficiency. **Automation in Construction**, v. 14, n. 3, p. 323-331. 2005.

MONTEIRO, J. H. P.; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F. et al. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. **IBAM**. Rio de Janeiro: 2001.

MACEDO, I. M. M. **DESENVOLVIMENTO URBANO DA CIDADE DE MOSSORÓ – Séc XXI** – “aprendendo com o passado para compreender o presente e antecipar o futuro”. Porto, 2017.

MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. São Carlos: Rima, 2005. 162 p.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Org.). **Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos**: Publicação específica para a I Oficina do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. 2008. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/download/GESTAO%20HIDRICA/leitura%20anexa%202.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2019.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília – DF. Embrapa Informação Tecnológica: Editora Perfil, 2005. 425p.

MOSSORÓ HOJE. Jornal online. **Alto do Sumaré é o bairro que mais cresceu e se desenvolveu nos últimos 10 anos em Mossoró**. Redação, 22 jul. 2018. Disponível em: <<https://mossorohoje.com.br/noticias/23262-alto-do-sumare-e-o-bairro-que-mais-cresceu-e-se-desenvolveu-nos-ultimos-10-anos-em-mossoro>>. Acesso em: 28 dez. 2019.

MOSSORÓ. **Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Mossoró/RN**: Produto C – Diagnóstico Técnico-Participativo. Start Pesquisa e Consultoria Técnica Ltda. Mossoró, 2016.

MOSSORÓ, Prefeitura Municipal de. **LEI COMPLEMENTAR N.º 012/2006**. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Mossoró e dá outras providências. Mossoró, 2006.

NADALIN, V.; IGLIORI, D. **Espraçamento urbano e periferização da pobreza na região metropolitana de São Paulo: evidências empíricas**. EURE (Santiago), Santiago, v. 41, n. 124, p. 91-111, sept. 2015. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612015000400005&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 26 dez. 2019. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612015000400005>.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. 2º ed. Curitiba: 2008. 150 p.; il. Disponível em: <<http://www.portal.ufpr.br>>. Acesso em: 29 jan. 2020.

NUCCI, N. L. R. Avaliação da demanda urbana de água. Aspectos econômicos e urbanísticos. A área edificada como possível explicativa e prospectiva. **Revista Dae**. São Paulo, ano 4, n. 135, p. 22 - 29, 1983.

OLIVEIRA, R. B.; PASCHOALIN FILHO, J. A. **Mapa interativo para a localização de pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis na cidade de São Paulo**. Sistema de Información Científica Redalyc, México, v. 14, n. 2, p.61-72. 2016. Disponível em: <www.redalyc.org/articulo.oa?id=81046356001>. Acesso em: 11 jul. 2019.

OLIVEIRA, A. S. de; SILVA, G. C. C. da. SILVA, M. A. S.; MEDEIROS, A. G. de; GUEDES, M. J. F. Panorama da geração de resíduos da construção civil provenientes de pequenos geradores no município de Mossoró-RN. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências – CONAPESC. **Anais – IV CONAPESC**. Campina Grande: 2019. v. 1, 2019, ISSN 2525-3999. Disponível em:

<http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV126_MD1_SA6_ID2341_21072019185431.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2020.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. **Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Edifícios (Boletim Técnico)**. Escola Politécnica – USP. São Paulo. 1999.

PAZ, D. H. F. da; LAFAYETTE, K. P. V.; SOBRAL, M. do C. GIS-based planning system for managing the flow of construction and demolition waste in Brazil. **Waste Management & Research**, v. 36, n. 6, p. 541–549, maio 2018. 2018

PINA, J. H. A.; LIMA, O. A. de; SILVA, V. de P da. MUNICÍPIO E DISTRITO: um estudo teórico. **CAMPO-TERRITÓRIO**: revista de geografia agrária, v.3, n. 6, p. 125-142, ago. 2008.

PNCDA – **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. DTA F2: Produtos economizadores nos sistemas prediais. Brasília. 2003.

QUEIROZ, T. A. N. de. O processo de descentralização e as novas centralidades em Natal – RN. **OBSERVATORIUM**: Revista Eletrônica de Geografia, v.3, n.8, p. 105-125, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/3edicao/n8/5.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2019.

RIVAS, A.; IRIZAR, I.; AYESA, E. Model-based optimisation of wastewater treatment plants design. **Environmental Modelling & Software**, v. 23, n. 4, p. 435-450, abril 2008.

ROCHA, A. P. B. **EXPANSÃO URBANA DE MOSSORÓ – Período de 1980 a 2004**. João Pessoa, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18882/1/AristotelinaPBR.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

ROEFS, I.; MEULMAN, B.; VREEBURG, J. H. G.; SPILLER, M. Centralised, decentralised or hybrid sanitation systems? Economic evaluation under urban development uncertainty and phased expansion. **Water Research**, v. 109, p. 274-286, fev. 2017

ROSSETTI, L. A. F. G.; ALMEIDA, C. M.; PINTO, S. A. F. **Análise de mudanças no uso do solo urbano e rural com a aplicação de modelagem dinâmica espacial**. In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, p. 6316 - 6323, 2013.

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)**. Paraná, 2019. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/prefeituras/plano-municipal-de-saneamento-basico>>. Acesso em: 02 dez. 2019.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; BARROS JÚNIOR, G.; SANTOS, J. K. L.; BRITO, E. T. F. S. Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 263-271, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1075>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2013.

SENADO, Agência. **Senado vai analisar novo marco regulatório do saneamento em 2020**. Senado Federal. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/12/23/senado-vai-analisar-novo-marco-regulatorio-do-saneamento-em-2020>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

SIGERCC. **RELATÓRIO FINAL**: Sistema de informações integradas para o gerenciamento de resíduos da construção civil – Subprojeto 1: Levantamento de áreas de disposição inadequadas (PIB10013-2018). Mossoró, 2019.

SILVA, M. A. S.; FREITAS, D. V. de; ALVES, D. W. M.; MEDEIROS, A. G. de; GUEDES M. J. F. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para gestão de resíduos da construção civil de pequenos geradores. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências – CONAPESC. **Anais – IV CONAPESC**. Campina Grande: 2019. v. 1, 2019, ISSN 2525-3999. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV126_MD1_SA6_ID2432_20072019095828.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2020.

SILVA, M. F. P. de S. e. Antigos processos e novas tendências da urbanização norte-americana contemporânea. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 16, n. 32, p. 365-390, nov. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-99962014000200365&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 nov. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2014-3204>.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. do A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. **Estud. av.**, São Paulo, v. 17, n. 47, p. 129-145, abr. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142003000100007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 22 jan. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142003000100007>.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel Saneamento Brasil** – Município Mossoró. Brasil, 2017. Disponível: <www.painelsaneamento.org.br>. Acesso em: 28 jan. 2020.

SOUSA, I. de M. S.; ROCHA, V. A. G. de M. R.; ARAÚJO, J. K. de. Descrição do Sistema de Abastecimento de Água da Cidade de Mossoró – RN. XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS- MACEIÓ, 2011. **RBRH** – Revista Brasileira de Recursos Hídricos.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F. da; DIAS, N. da S. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA APODI/MOSSORÓ (RN). **Irriga** (ISSN 1808-3765.). Botucatu, Edição Especial, p. 280 - 296, 2012.

SPILLER, M.; VREEBURG, J. H. G.; LEUSBROCK, I.; ZEEMAN, G. Flexible design in water and wastewater engineering – Definitions, literature and decision guide. **Journal of Environmental Management**, v. 149, p. 271-281, fev. 2015.

STUCHI, E.T. Interferências de obras de serviços de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos (Dissertação de Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil, 2005. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp034462.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco 2005.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias** – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, v.01, 3 ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

WU, H.; WANG, J.; DUAN, H.; OUYANG, L.; HUANG, W.; ZUO, J. An Innovative approach to managing demolition waste via GIS (geographic information system): a case study in Shenzhen city, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, n. 1, p. 494-503, jan 2016. 2016.

ANEXO A – DOCUMENTO PÚBLICO DE CRIAÇÃO DO BAIRRO ALTO DO SUMARÉ

ALTO DO SIMARÉ

Compreende uma área total de 746,13 ha

A linha divisória do bairro parte do ponto do cruzamento do limite da área urbana (Lei 09/77) com a Estrada de Ferro que vai para a Cidade de Souza no Estado da Paraíba. Desenvolve-se a Nordeste seguindo a referida Estrada de Ferro e deflexiona-se à Leste para percorrer a avenida do Contorno. Ao atingir o trevo alonga-se pela Avenida Presidente Dutra (BR - 304) em direção a Natal até alcançar, novamente, o limite da área Urbana onde passa a estender-se até o ponto de origem.

(30)