



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

FRANCISCA LUCIANA BEVENUTO GONZAGA

**ANÁLISE DOS SERVIÇOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
DO SUBSISTEMA NORTE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DE NATAL - RN**

**NATAL-RN
2022**

Francisca Luciana Bevenuto Gonzaga

Análise dos serviços de operação e manutenção do Subsistema Norte de Esgotamento
Sanitário de Natal – RN

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Vieira Cunha

Coorientador: Eng. M. Sc. Thiago Augusto Medeiros de Melo

Natal-RN

2022

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Gonzaga, Francisca Luciana Bevenuto.

Análise dos serviços de operação e manutenção do Subsistema Norte de Esgotamento Sanitário de Natal - RN / Francisca Luciana Bevenuto Gonzaga. - Natal, 2022.

71 f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Natal, RN, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Vieira Cunha.

Coorientador: Eng. M. Sc. Thiago Augusto Medeiros de Melo.

1. Sistema Condominial de Esgotos - Monografia. 2. Ramais de esgoto - Monografia. 3. Rede coletora de esgoto - Monografia. 4. Esgoto - Obstruções - Monografia. 5. Esgoto - Desobstruções - Monografia. I. Cunha, Paulo Eduardo Vieira. II. Melo, Thiago Augusto Medeiros de. III. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 628.3

Francisca Luciana Bevenuto Gonzaga

Análise dos serviços de operação e manutenção do Subsistema Norte de Esgotamento
Sanitário de Natal – RN

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 10 de fevereiro de 2022:

Prof. Dr. Paulo Eduardo Vieira Cunha – Orientador

Eng. M. Sc. Thiago Augusto Medeiros de Melo – Coorientador

Profa. Dra. Cibele Gouveia Costa Chianca – Examinador interno

Eng. José Martins de Lima Neto – Examinador externo

Natal-RN

2022

À minha querida avó, Eliete Luciano (in memoriam), que sempre acreditou em mim. Mesmo depois da sua partida, seu apoio e amor incondicional estiveram comigo o tempo todo e foram essenciais para a construção da pessoa que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Edileuza Bevenuto e Francisco Gonzaga, por todo amor, apoio e por todas as lutas diárias para que eu pudesse ter acesso às oportunidades que eles não tiveram.

Aos meus demais familiares (os de sangue e os de coração), que de alguma forma me inspiraram e que também são parte dessa conquista.

Ao meu namorado, Raul Takahashi, que sempre me apoiou e esteve, desde o início ao meu lado durante essa jornada. Agradeço por todo companheirismo, amor e por todo amadurecimento que juntos partilhamos.

Aos meus amigos do Vale do Açu, que estão comigo celebrando cada pequena vitória como se fossem suas, por todo apoio e por nossa amizade de anos.

Aos amigos que fiz durante a graduação, tanto os que estudaram comigo no curso quanto os que conheci fora das salas de aula. Agradeço por todos os momentos prazerosos que compartilhamos e também pelos aprendizados construídos.

Aos profissionais maravilhosos da engenharia que tive o prazer de conhecer durante minha formação e que serviram de inspiração para minha vida profissional, principalmente a engenheira Sandra Rufino e os membros da ONG Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Natal. Agradeço por ampliar meus horizontes e me acolher de coração na missão de promover com vocês o desenvolvimento humano e sustentável através da engenharia. Seguiremos na luta!

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte, por ter sido minha segunda casa pelos últimos 5 anos de graduação, por ser o berço da minha vida profissional, e principalmente pelas políticas de assistência estudantil que foram essenciais para a realização desse sonho. Agradeço também aos professores da instituição que cruzaram a minha jornada e que me ajudaram de alguma forma, principalmente ao meu professor orientador: Paulo Eduardo, obrigada pelas orientações, conselhos e disponibilidade durante a elaboração deste trabalho. Sou grata pela oportunidade de ter sido sua aluna enquanto você compartilhava todo seu conhecimento e experiência ao longo da nossa graduação e inspirava muitos alunos do curso.

E por fim, a Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte que me acolheu nesse último ano de estágio e graduação e contribuiu fortemente para o meu enriquecimento profissional e pessoal. Agradeço por todos os servidores que conheci e trabalhei diariamente que ajudaram a tornar essa experiência importantíssima para mim, principalmente ao engenheiro civil Thiago Melo, meu coorientador. Agradeço por todos os ensinamentos, por ter somado tanto a esse trabalho com sua vivência profissional e por estar sempre disposto a ajudar.

RESUMO

O Sistema Condominial de Esgotos é considerado uma alternativa para a democratização do acesso aos serviços de coleta e tratamento de efluentes, tão restritos na realidade brasileira. Entretanto, sua sustentabilidade técnico-econômica tem sido ameaçada pela falta do engajamento popular nos seus serviços de operação e manutenção. Nesse cenário, o presente trabalho analisou, durante o período de 2018 a 2020, esses serviços no Subsistema Norte do Sistema de Esgotamento Sanitário de Natal, que é de responsabilidade da Gerência de Operação e Manutenção de Água e Esgotos Natal Norte (SES-GMN) da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), que possui 89% das ligações do tipo condominial, a partir da análise quantitativa, espacial e temporal. Para tanto, o banco de dados foi explorado e com isso, foram gerados tabelas e gráficos que posteriormente auxiliaram na construção de mapas ilustrativos. A análise quantitativa mostrou que o sistema condominial é responsável por 86,17% dos serviços de operação e manutenção do SES-GMN. Constatou-se também que tanto no sistema condominial quanto no convencional, os serviços com maiores números de ocorrências são os de desobstrução e somente esse serviço nos ramais condominiais corresponde a 54,26% das ocorrências do SES-GMN. Além disso, foi possível visualizar uma tendência da substituição das ligações condominiais do sistema pelas ligações convencionais. Enquanto isso, a análise espacial mostrou que os registros de desobstrução de ramais condominiais se deram de forma bem distribuída e as áreas de maiores concentrações coincidem com os locais mais baixos do sistema, nos quais a rede coletora tende a se sobrecarregar. Por sua vez, a análise temporal constatou que apesar das coincidências (o período crítico do sistema acontecendo nos primeiros trimestres), a distribuição temporal e variação das solicitações dos serviços de desobstrução em ramais condominiais no período estudado aconteceu de forma bem equilibrada, sem grandes picos de solicitações nos meses de chuva. O estudo se mostrou relevante, pois pode contribuir para a prestadora de serviço, servindo como base para traçar medidas e intervenções no SES-GMN, sejam elas estruturais ou não, bem como reforça a necessidade de reflexão urgente quanto à construção de uma consciência sanitária e ambiental da população alvo de projetos de saneamento.

Palavras-chave: Sistema Condominial de Esgotos. Ramais de esgoto. Rede coletora de esgoto. Obstruções. Desobstruções.

ABSTRACT

The Condominial Sewage System is considered an alternative for the democratization of access to effluent collection and treatment services, which are so restricted in the Brazilian reality. However, its technical-economic sustainability has been threatened by the lack of popular engagement in its operation and maintenance services. In this scenario, this study analyzed, during the period from 2018 to 2020, these services in the Sanitary Sewage System of Natal's North Subsystem, which is the responsibility of the Gerência de Operação e Manutenção de Água e Esgotos Natal Norte (SSS-GMN) of the Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), which has 89% of the condominium-type connections, based on quantitative, spatial and temporal analysis. For this purpose, the database was explored and tables and graphs were generated, that later helped in the construction of illustrative maps. The quantitative analysis showed that the condominium system is responsible for 86.17% of SSS-GMN's operation and maintenance services. It was also discovered that both in the condominium and in the conventional system, the services with the highest number of occurrences are the unclogging services and this service isolated in the condominium branches corresponds to 54.26% of the occurrences. In addition, it was possible to visualize a trend towards the replacement of condominium connections in the system by conventional connections. Meanwhile the spatial analysis showed that the records of unclogging of condominium branches were well distributed and the areas of higher concentrations coincide with the lowest places in the system, in which the collection network tends to be overloaded. In turn, the temporal analysis found out that despite the coincidences (the system's critical period occurring in the first quarters), the temporal distribution and variation of requests for unclogging services in condominium system in the period happened in a well-balanced way, without major peaks of requests in the rainy season. This research proved to be relevant, as it can contribute to the service provider, serving as a basis for the planning of measures and interventions in the SSS-GMN, whether structural or not, and also reinforcing the need for urgent reflection on the construction of a health and environmental awareness of the target population of sanitation projects.

Keywords: Condominial Sewage System. Sewer branches. Sewage collection network. Clogging. Uncloggings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho esquemático das partes de um SES.....	18
Figura 2 - Antes (à esquerda) e depois (à direita) do projeto piloto em Santos Reis e Rocas..	20
Figura 3 - Comparação entre os sistemas convencional e condominial.....	22
Figura 4 - SCE em bairro nobre de Brasília (à esquerda) e áreas urbanas desordenadas em Salvador (à direita)	29
Figura 5 - Média da precipitação mensal de 1984 a 2010 em Natal-RN	30
Figura 6 - Fluxograma do SES-GMN	31
Figura 7 - Subsistema DIN	32
Figura 8 - Subsistema Igapó	33
Figura 9 - Bairro Igapó em Natal-RN.....	34
Figura 10 - Comparativo temporal das ligações de esgoto em Igapó.....	35
Figura 11 - Subsistema Jardim Lola.....	35
Figura 12 - Bairro Jardim Lola de São Gonçalo do Amarante-RN.....	36
Figura 13 - Comparativo temporal das ligações de esgoto em Jardim Lola.....	37
Figura 14 - Comparativo temporal das ligações de esgoto no SES-GMN	38
Figura 15 - Exemplo de alguns serviços descartados do banco de dados	40
Figura 16 - Verificação de inconsistência no cadastro do tipo de serviço pela ligação	41
Figura 17 - Esquema de resumo da metodologia do trabalho	43
Figura 18 - Comparação quantitativa dos serviços por tipo de ligação no SES-GMN (2018 a 2020).....	48
Figura 19 - Comparação quantitativa dos serviços por tipo de ligação no SES-GMN (2016 a 2017).....	49
Figura 20 - Desobstrução de ramais condominiais do SES-GMN por subsistema	51
Figura 21 - Mapa de ocorrência do serviço de desobstrução de ramais condominiais	52
Figura 22 - Mapa de calor do serviço de desobstrução de ramais condominiais	53
Figura 23 - Ranking de endereços que mais solicitam desobstruções de ramais condominiais	55
Figura 24 - Ruas do ranking que coincidem com o traçado do emissário do SES-GMN	57
Figura 25 - Ranking de endereços que mais solicitam desobstruções de ramais condominiais (2016 a 2017).....	58

Figura 26 - Comparação quantitativa de desobstrução de ramais condominiais do SES-GMN no período de 2018 a 2020	60
Figura 27 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2018.....	62
Figura 28 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2019.....	63
Figura 29 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2020.....	65
Figura 30 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais no período (2018 a 2020).....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação de custo de implantação (por habitante) entre os sistemas	24
Tabela 2 - Comparação de custo de projeto (total) entre os sistemas.....	24
Tabela 3 - Ligações (por tipo) do SES-GMN ao decorrer dos anos estudados.....	38
Tabela 4 – Quantitativo dos serviços de manutenção e operação no Sistema Condominial do SES-GMN.....	44
Tabela 5 - Quantitativo dos serviços de manutenção e operação no Sistema Convencional do SES-GMN.....	46
Tabela 6 - Ranking de endereços que mais solicitam desobstruções de ramais condominiais	54
Tabela 7- Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2018.....	61
Tabela 8 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2019.....	63
Tabela 9 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2020.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARSBAN	Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Município de Natal
CAERN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i>
DIN	Distrito Industrial de Natal
EE	Estação Elevatória
EEEB	Estação Elevatória de Esgoto Bruto
EEET	Estação Elevatória de Esgoto Tratado
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
GMN	Gerência de Operação e Manutenção de Água e Esgotos Natal Norte
GSAN	Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento
NBR	Norma Brasileira
OS	Ordem de Serviço
RA	Registro de Atendimento
RN	Rio Grande do Norte
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SCE	Sistema Condominial de Esgoto
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SES-GMN	Sistema de Esgotamento Sanitário da Gerência de Operação e Manutenção de Água e Esgotos Natal Norte
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UMEN	Unidade de Operação e Manutenção de Esgotos Natal Norte

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3.1 Sistemas de Esgotamento Sanitário	16
3.2 Sistema Convencional de Esgotos	18
3.3 Sistema Condominial de Esgotos	19
3.3.1 Primeiras experiências	19
3.3.2 Características	20
3.3.3 Vantagens e desvantagens	24
3.3.4 Operação e manutenção	26
3.3.5 Experiências no Brasil	28
4 METODOLOGIA - MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 Caracterização da área de estudo	30
4.1.1 Subsistema do Distrito Industrial de Natal (DIN)	32
4.1.2 Subsistema de Igapó	33
4.1.3 Subsistema de Jardim Lola	35
4.2 Caracterização do sistema de esgotamento sanitário.....	37
4.3 Procedimentos metodológicos	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
5.1 Análise quantitativa	44
5.2 Análise espacial	50
5.3 Análise temporal.....	59
6 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

A democratização e o pleno acesso aos serviços de saneamento básico é um dos principais desafios para garantir a saúde pública, a qualidade de vida e a preservação dos recursos naturais. Entretanto, dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) mostram que, no Brasil, apenas 54,1% da população é atendida com rede coletora de esgoto. No Nordeste, o índice de atendimento cai para 28,3%. No Rio Grande do Norte o índice é de 26,0%, enquanto na capital do estado é de 42,7% (BRASIL, 2019).

Nesse cenário, o Sistema Condominial de Esgoto (SCE) pode ser uma resposta ao desafio da universalização do acesso ao esgotamento sanitário (MELO, 2008). Isso porque o sistema tem como premissa básica os menores custos de implantação e contempla situações técnicas específicas de topografia e urbanização não amparadas pelo sistema convencional de coleta. A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) usa o SCE desde 1980 e hoje, é notável sua predominância no Subsistema Norte do Sistema de Esgotamento Sanitário de Natal no qual compreende 89% das ligações que atendem os bairros de Igapó (Natal) e Jardim Lola (São Gonçalo do Amarante) (CAERN, 2020).

O SCE se baseia na formação de condomínios em grupos de usuários a nível de quadra urbana, diferentemente do convencional, no qual são considerados lotes individuais como unidade de esgotamento (MELO, 2008). Logo, um dos princípios para o sucesso do sistema é o engajamento da comunidade nas fases de planejamento, implantação e manutenção.

Entretanto, dados da CAERN (2018) mostram que neste tipo de modelo se encontram os maiores problemas de operação e manutenção do Subsistema Norte do Sistema de Esgotamento Sanitário de Natal, principalmente os que são ocasionados por mau uso dos usuários: interrupções propositais (pelo mau relacionamento entre vizinhos), utilizações indevidas (como ligações clandestinas de águas pluviais) e os descartes inadequados de resíduos sólidos nas tubulações.

Esses dados demonstram a falta de conscientização da população na operação do sistema, e conseqüentemente da sua participação na manutenção do SCE, visto que a concessionária atualmente é responsável tanto pelos serviços de manutenção quanto os de operação. Isso eleva os gastos do sistema e coloca em dúvida sua sustentabilidade técnico-econômica, embora sejam conhecidos seus ganhos socioambientais (OLIVEIRA, 2017).

Nesse contexto, a escolha do tema do presente trabalho baseia-se principalmente na importância que o Sistema Condominial de Esgoto demonstra para o desafio da democratização

e acesso aos serviços de saneamento básico. Principalmente porque, no caso do Subsistema Norte do Sistema de Esgotamento Sanitário de Natal, esse tipo de ligação representa porcentagem quase integral do número total de ligações de esgotamento sanitário. E embora o SCE aqui estudado tenha enfrentado diversos problemas, principalmente os que se referem a utilização incorreta dos usuários, e que represente gastos substanciais para a Companhia, ele continua sendo de extrema importância para a população atendida e figura resultados positivos nas questões socioambientais na região.

Dessa forma, este trabalho levanta questões relevantes e analisa dados sobre as adversidades encontradas na operação e manutenção de um SCE, que podem ser encontradas em diferentes sistemas condominiais de outras localidades, servindo como base para planejamento de potenciais intervenções, bem como reforça a atenção necessária quanto à criação de uma consciência sanitária e ambiental da população que é alvo de projetos de saneamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho objetiva analisar, durante o período de 2018 a 2020, os serviços de operação e manutenção no Subsistema Norte do Sistema de Esgotamento Sanitário de Natal, que é de responsabilidade da Gerência de Operação e Manutenção de Água e Esgotos Natal Norte (SES-GMN) da CAERN.

2.2 Objetivos específicos

- Fazer o levantamento quantitativo de todos os serviços de manutenção e operação realizados no sistema de esgotamento sanitário da área de estudo e identificar aqueles que apresentam maior frequência;
- Localizar as ocorrências mais representativas em demanda dos serviços de manutenção e operação do SES-GMN, por bairros e ruas;
- Analisar o comportamento quantitativo das ocorrências mais significativas no decorrer dos meses e dos anos citados, estudando a distribuição desses serviços e identificando os possíveis padrões temporais assim como os períodos mais críticos do sistema.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Sistemas de Esgotamento Sanitário

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) pode ser definido como um conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços que coletam e tratam os esgotos domésticos e industriais (BRASIL, 2019), e é um dos pilares fundamentais da Lei Federal nº 14.026/2020, que tem como um dos princípios a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico (BRASIL, 2020).

Conforme Nuvolari (2011) e Von Sperling (2005) apud Costa (2013), a implantação de um sistema de esgotamento sanitário contempla aspectos higiênicos, sociais, econômicos e ambientais.

Do ponto de vista higiênico, o objetivo é a prevenção, o controle e a erradicação das muitas doenças de veiculação hídrica, responsáveis por altos índices de mortalidade precoce, principalmente a mortalidade infantil. Sob o aspecto social, a implantação do sistema visa à melhoria da qualidade de vida da população, bem como a recuperação dos corpos hídricos e de suas margens para a prática recreativa, esportes e lazer. Do ponto de vista econômico, as questões envolvidas giram em torno do aumento da produtividade geral, devido à melhoria ambiental, tanto urbana quanto a rural. Também se pode destacar a preservação dos recursos hídricos e das terras marginais à jusante, para a sua plena utilização no desenvolvimento humano, considerando todos os usos econômicos da água: abastecimento, irrigação, geração de energia, navegação, dessedentação de animais, esporte, lazer, entre outros. No aspecto ambiental, pode-se apontar a preservação dos mananciais, fauna e flora, terrestre ou aquática, e do solo, evitando a poluição e depreciação da natureza. (Costa, 2013, p. 15)

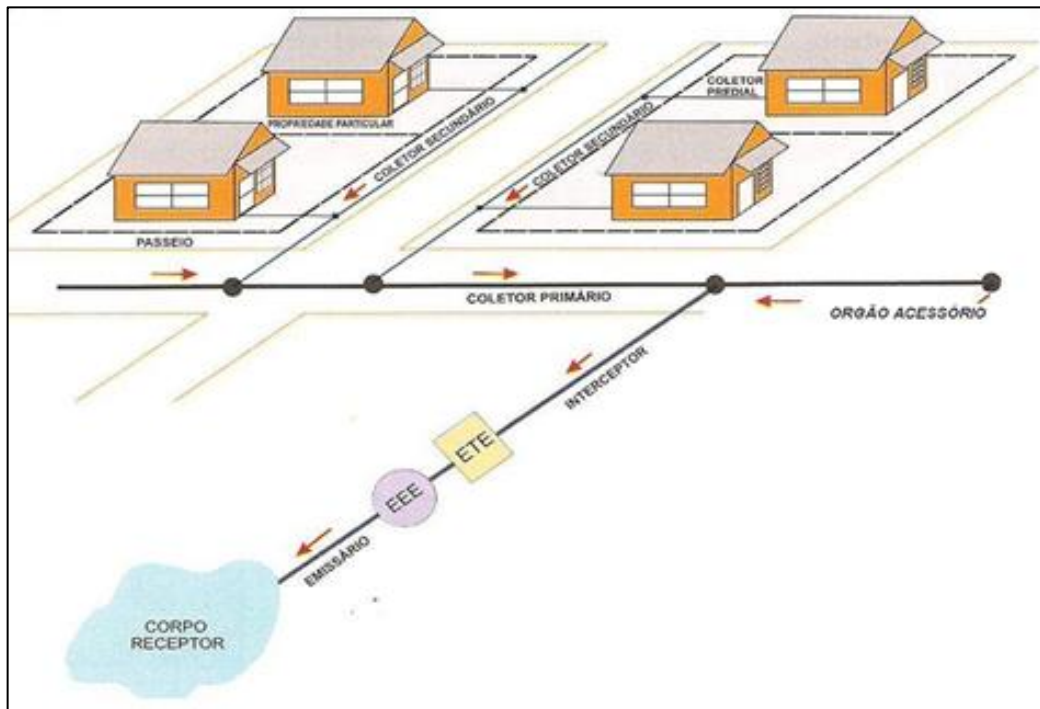
Portanto, ao coletar as águas residuárias da população e tratá-las para posterior lançamento na natureza, o SES se torna um aliado para aumento da qualidade de vida da população e para uma relação menos nociva com o meio ambiente.

Segundo Alem Sobrinho e Tsutiya (2000), esses sistemas podem ser individuais e coletivos. Os coletivos podem ainda ser classificados em unitário, separador parcial e separador absoluto. Nos unitários, as águas residuárias, de infiltração e pluviais veiculam por um único sistema. Ao contrário do separador absoluto, que divide as águas residuárias e de infiltração das águas pluviais, que são transportadas em um sistema independente de drenagem. No separador parcial, parcela das águas pluviais são encaminhadas para o sistema de coleta juntamente com as águas residuárias e as de infiltração.

Ainda segundo os autores, a concepção de um SES deve abordar diversos componentes, ilustrados na Figura 1 e descritos a seguir:

- a) Rede coletora: conjunto de canalizações que recebem e conduzem os esgotos;
 - Coletor secundário: tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto em qualquer ponto ao longo do seu comprimento;
 - Coletor primário: coletor de maior comprimento dentro da bacia e que recebe contribuição dos coletores secundários e conduz o efluente para um emissário ou interceptor;
 - Órgãos acessórios: evitam ou minimizam os entupimentos nos pontos de singularidade das tubulações, bem como permitem o acesso de equipamentos e pessoas para inspeções e manutenções. São exemplos: poços de visitas, caixa de passagem e terminal de limpeza.
- b) Interceptor: canalização que recebe apenas contribuições de coletores e não de ligações individuais diretas. Tem por finalidade reunir e conduzir os efluentes para um ponto de concentração. É caracterizado pela defasagem das contribuições, o que resulta no amortecimento das vazões e é localizado em partes baixas das bacias.
- c) Emissário: canalização que conduz os esgotos a destinos convenientes, como estações de tratamento, e não recebe contribuição em marcha. Também se localiza em locais de baixa topografia nas bacias;
- d) Estação elevatória (EE): conjunto de instalações que tem a finalidade de transferir os efluentes de uma região de cota mais baixa para outra mais alta. Pode transportar o esgoto bruto (EEEB) ou o esgoto tratado (EEET).
- e) Estação de tratamento (ETE): instalações nas quais o esgoto é depurado antes de seu lançamento.
- f) Corpo d'água receptor: corpo de água que recebe os efluentes.

Figura 1 - Desenho esquemático das partes de um SES.



Fonte: Adaptado de Pereira e Soares (2006).

3.2 Sistema Convencional de Esgotos

O sistema convencional se caracteriza pela coleta individual do esgoto doméstico em cada imóvel. O efluente passa pela caixa de inspeção particular e posteriormente, através dos ramais convencionais, é lançado na rede pública de esgotos da rua. Nesse sistema, as caixas de inspeções se localizam nos passeios públicos e é necessário que todas as ruas da quadra sejam dotadas de rede coletora para atender todos os imóveis daquela região (OLIVEIRA, 2017).

É possível perceber, pelas suas características, que esse sistema necessita de uma rede coletora extensiva para atender todas as quadras e que há uma tendência de grandes profundidades de escavação. Quanto sua concepção e implantação, Melo (2008, p. 25) relata:

O modelo convencional ainda é o mais utilizado para o esgotamento sanitário das cidades, sobretudo, pela força da tradição. Ele comporta variações de um para outro executante, mas tem em comum, de uma maneira geral, duas características importantes. A individualização da coleta ao nível de cada prédio e que lhe determina uma rede coletora extensiva a todas as ruas, e a tendência à concentração do processamento final, desta feita, trazendo a necessidade de pesadas estruturas de transporte. Na decorrência dessa concepção, vêm os seus elevados custos de implantação, enormes dificuldades construtivas e uma característica inflexibilidade diante da realidade das cidades e de seus concessionários.

Em relação a prestação de serviços de esgotamento sanitário, de modo geral, as concessionárias e sistemas autônomos cobram uma tarifa. Essa tarifa é calculada a partir de uma porcentagem em relação ao consumo de água. De acordo com a Resolução nº 001/2021 da Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Município de Natal (ARSBAN), a tarifa dos serviços de esgoto cobrada pela CAERN em 2021 para os usuários atendidos pelo sistema de esgotamento sanitário convencional corresponde a 70% da tarifa de água. E nesse caso, a manutenção do ramal na parte externa das propriedades é de responsabilidade da Companhia (ARSBAN, 2021).

3.3 Sistema Condominial de Esgotos

3.3.1 Primeiras experiências

O SCE foi inspirado nas observações de uma prática muito comum nas cidades brasileiras, na qual a população de um determinado local construía uma rede que passava pelas propriedades, buscando um traçado mais econômico e levando em consideração o interesse dos moradores, até chegar em um ponto de descarga, geralmente um riacho ou sistema de drenagem pluvial de alguma rua (LOBO, 2003).

Na década de 1980, foi desenvolvido como alternativa ao sistema convencional, pelo engenheiro José Carlos Melo, com base principalmente no engajamento da população alvo. Portanto, o sistema condominial é relativamente recente no cenário do saneamento brasileiro (MEZZOMO, 2019).

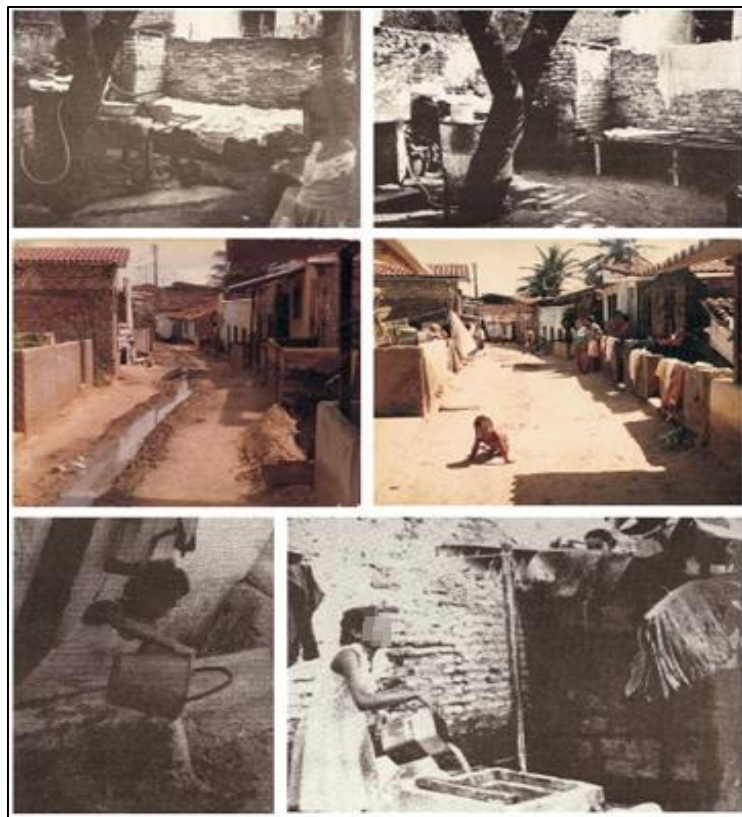
De acordo com Melo (2008), a partir do financiamento do Banco Mundial, a CAERN foi pioneira na modelação e na experiência do modelo do sistema condominial no Brasil. O sistema teve sua primeira implantação em larga escala nos bairros das Rocas e Santos Reis da cidade de Natal, Rio Grande do Norte. O desenvolvedor do modelo relata:

Em Rocas e Santos Reis, bairros pobres vizinhos da cidade de Natal, com 3.000 habitantes, os testes praticados à exaustão foram, por excelência, na confirmação da figura do condomínio com os seus ramais condominiais e, nele, a participação comunitária e a adequação à realidade. Isso porque a característica marcante do local era a elevada densidade das casas, sua pobreza e desarrumação e, principalmente, o fato de que grande parte delas estar situada abaixo do nível das ruas. A “chegada” do novo modelo a esta área decorreu da constatação, à época, de que a rede coletora clássica não seria capaz de garantir, com os seus ramais também clássicos, sequer o atendimento de uma quinta parte da população, pela mais evidente impossibilidade física. Iniciou-se, então, o que seria o pioneiro trabalho de mobilização comunitária

para implantação de sistema coletor de esgotos, onde a essência das discussões e decisões seria a busca da concordância dos moradores com a passagem dos ramais condominiais pelo interior de seus lotes e, não raras vezes, pelo próprio interior das residências (Melo, 2008, p. 46)

Segundo Andrade Neto (1999) apud Oliveira (2017), ao final dessa experiência, o sistema contemplou 96% dos imóveis desses bairros. Fotos dessa experiência estão ilustradas na Figura 2.

Figura 2 - Antes (à esquerda) e depois (à direita) do projeto piloto em Santos Reis e Rocas



Fonte: CAERN (1980) apud Melo (2008).

3.3.2 Características

Neste sistema, o esgoto doméstico é coletado a partir do que foi gerado em um conjunto de imóveis (condomínio) e é lançado na caixa de inspeção, localizada dentro do próprio lote. Posteriormente, os efluentes passam, através de ramais condominiais intradomiciliares, para a caixa de inspeção vizinha, seguindo consecutivamente até a caixa de saída de quadra. Nela,

junta-se todos os dejetos dos imóveis da quadra e é possível encaminhá-los para a rede pública de esgoto (OLIVEIRA, 2017).

Como o ramal do SCE é localizado dentro do próprio lote do usuário, é esperado que ele seja responsável pela implantação, operação e manutenção deste e, portanto, nesse caso, a prestadora de serviço cobra uma tarifa reduzida de serviço. Dessa forma, de acordo com a ARSBAN (2021), a tarifa dos serviços de esgoto cobrada pela CAERN em 2021 para os usuários atendidos pelo sistema de esgotamento sanitário condominial corresponde a 35% da tarifa de água. Vale salientar que essa tarifa corresponde à metade daquela que é cobrada para os usuários do convencional.

Conforme Melo (2008), usualmente, existem três alternativas de posição dos ramais condominiais:

- a) Ramal de passeio: é a alternativa característica de locais mais urbanizados, de topografia favorável. Entretanto, esse tipo de ramal demanda um maior investimento e mais elevados custos operacionais para o prestador de serviço, visto que ele será responsável pela manutenção dos componentes localizados em área pública.
- b) Ramal de jardim: é localizado dentro dos lotes, na sua parte frontal e permite o atendimento de quadras situadas abaixo do nível da rua e com casas com fossa na frente. É considerado uma alternativa ao ramal de passeio em locais pouco urbanizados e sem delimitação de passeios. Sua escolha está condicionada a existência de espaços livres no trajeto.
- c) Ramal de fundo de lote: é destinado, principalmente, ao atendimento de quadras localizadas abaixo do nível da rua ou onde terrenos caem para os fundos, ou ainda quadras com geminação lateral das casas e fossas no fundo, desde que exista espaço mínimo necessário.

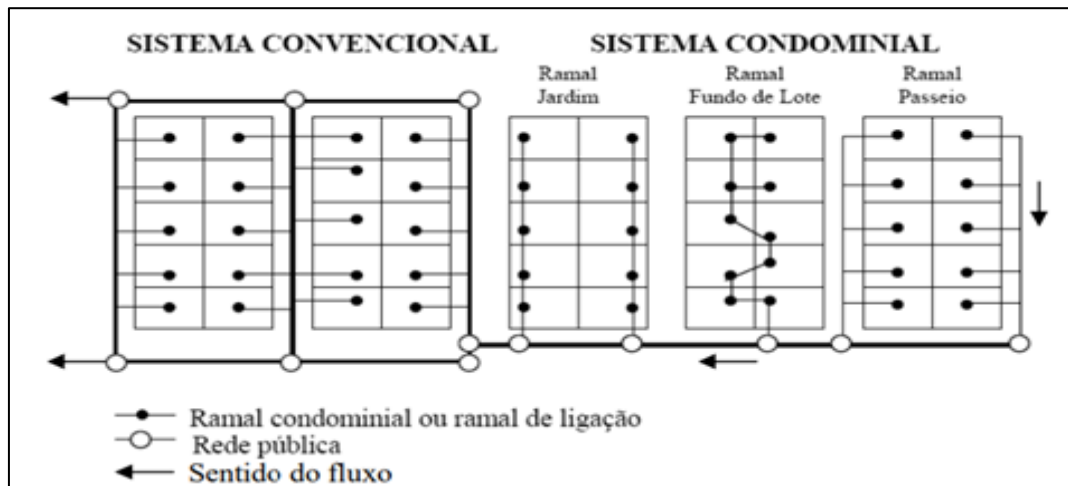
Os dois últimos tipos de ramais condominiais são considerados mais econômicos e populares, quando comparados aos ramais de passeio, uma vez que demandam menores investimentos e custos operacionais. Evidencia-se ainda sua flexibilidade e boa adequação às situações especiais de topografia e urbanização, como por exemplo em favelas de alta densidades e em edificações com instalações sanitárias localizadas abaixo do nível da rua (MEZZOMO, 2019).

Em situações específicas, ainda é possível utilizar ramais mistos, Melo (2008, p. 126) descreve tais ocasiões:

(...) principalmente, quadras com partes de características distintas quanto ao escoamento (por exemplo, com uma face escoando para o fundo e outra para a frente dos lotes) ou de preferências distintas quanto ao tipo de ramal, fato mais raro e que poderá subdividir fisicamente o condomínio.

Uma representação esquemática que compara os traçados do sistema convencional com o do condominial e ilustra os diferentes tipos de ramais deste está disposta na Figura 3.

Figura 3 - Comparação entre os sistemas convencional e condominial.



Fonte: Santiago (2008).

Observando a figura anterior, é possível visualizar que o SCE permite um traçado mais racional da rede, que considera eventuais obstáculos e a topografia do terreno durante sua implantação (OLIVEIRA, 2017).

Ademais, outra característica principal do sistema é a participação da população em diversas etapas, desde a decisão da localização das tubulações e a participação na estimativa dos custos, até a colaboração na implementação e manutenção do sistema. Principalmente porque, nesses casos, as particularidades socioespaciais e a realidade local determinam a viabilidade dos projetos. Conforme explica Santiago (2008, p.9):

O porquê da participação popular é explicado pelo fato de que as comunidades que possuem elevado adensamento, desordenamento espacial, espaços livres exíguos, diversidade de usos dos espaços públicos e privado, topografia completa, autoconstrução e improvisado de soluções técnicas para as moradias por parte da população determinam, de forma peculiar, a viabilidade dos projetos urbanísticos e de infraestrutura.

Para fins comparativos, o Quadro 1 resume as principais características e diferenças entre o sistema condominial e convencional de esgotos.

Quadro 1 - Resumo comparativo entre os sistemas convencional e condominial.

Comparação	Sistema Convencional	Sistema Condominial
<i>Gradiente topográfico</i>	Nem sempre acompanha as curvas de nível	Procura sempre acompanhar as curvas de nível
<i>Unidade de fornecimento do serviço</i>	Unidade habitacional	Bloco habitacional ou "condomínio"
<i>Qualidade dos serviços</i>	Controlada pela prestadora de serviços	Não há controle definido, contudo, pode ocorrer falta de manutenção do sistema por parte dos usuários
<i>Conexões domiciliares</i>	Perpendiculares à rede	Ramais condominiais paralelos aos blocos residenciais
<i>Contribuição de esgoto à rede pública</i>	Contribuições distribuídas uniformemente ao longo de toda a rede	Contribuições na maioria das vezes concentradas em um único ponto de cada bloco habitacional
<i>Processo participativo</i>	Afastamento da população, uma vez que todas as decisões são tomadas pelo projetista	Relação próxima entre provedores de serviços e usuários, uma vez que estes podem participar de todas as etapas do projeto
<i>Adequação à realidade socioambiental da população</i>	Não é prioridade no projeto	Procura se adequar, uma vez que há opção de pagamento de tarifas de serviço menores
<i>Educação ambiental</i>	Não é prevista educação ambiental, pois os bloqueios causados são consertados pela prestadora de serviços	Necessita educação ambiental, uma vez que o uso indevido de um usuário pode causar o bloqueio do sistema vizinho
<i>Traçado da rede coletora</i>	Contorna todas as quadras	Tangencia ou toca cada quadra em apenas um ponto
<i>Organização urbanística</i>	Não se adapta bem à desorganização urbanística	Se adapta à desorganização urbanística
<i>Localização da rede coletora</i>	Sob calçadas ou leito carroçável	Sob calçadas, pátios da frente ou quintais
<i>Tarifa de serviço</i>	Mais caro, uma vez que o usuário só pode optar por pagar a tarifa integral proposta pela prestadora de serviços	Ao escolher posicionar o seu ramal dentro do seu lote, o usuário se responsabiliza pela implantação, operação e manutenção deste e, por isso, é cobrado uma tarifa inferior à prestadora de serviços
<i>Profundidade mínima de assentamento</i>	NBR 9649/1986: Mínimo de 0,90 m no leito carroçável; mínimo de 0,65 m no passeio	NBR 9649/1986: Mínimo de 0,90 m no leito carroçável; mínimo de 0,65 m no passeio; MELO (2008): Mínimo de 0,30 m no interior de lote
<i>Escavações para assentamento da rede pública</i>	Por contornar todas as quadras e nem sempre seguir as curvas de nível, há maiores chances de ocorrer o aprofundamento demais da rede, exigindo escavações mais profundas	Por tangenciar ou tocar cada quadra em apenas um ponto e possuir maior liberdade de seguir as curvas de nível, há menores chances de ocorrer o aprofundamento demais da rede, exigindo escavações mais rasas

Fonte: Adaptado de Mezzomo (2019)

3.3.3 Vantagens e desvantagens

De acordo com o seu traçado, é possível perceber que o sistema condominial oferece uma redução na extensão da rede pública de esgoto. Conseqüentemente diminui a quantidade de tubulação, o volume de escavação (reaterro e bota-fora), a retirada e reposição da pavimentação e a quantidade de poços de visitas na rede. Além disso, como os ramais condominiais são alocados dentro dos imóveis, o diâmetro das tubulações é reduzido, bem como a profundidade de escavação das valas. Isso permite uma economia considerável nos custos de implantação do sistema e uma maior flexibilidade diante as diferentes realidades espaciais e topográficas (OLIVEIRA, 2017; MEZZOMO, 2019). Tanto estudos mais antigos (Tabela 1) quanto estudos mais recentes (Tabela 2) mostram numericamente a economia do uso de sistemas alternativos de coleta e transporte de esgoto doméstico.

Tabela 1 - Comparação de custo de implantação (por habitante) entre os sistemas

<i>Estudo comparativo</i>	<i>Base dos dados</i>	<i>Economia média</i>
Sinnatamby (1986) apud Santiago (2008)	Dados da CAERN do início da década de 1980	39%
Bakalian et al. (1994) apud Santiago (2008)	Dados da SABESP em 1988	49%
Mara (2002) apud Santiago (2008)	Dados do nordeste brasileiro	49%

Fonte: Adaptado de Santiago (2008)

Tabela 2 - Comparação de custo de projeto (total) entre os sistemas

<i>Estudo comparativo</i>	<i>Base dos dados</i>	<i>Economia total</i>
Paffrath (2013)	Dados de projeto em um bairro de Curitiba – PR	13%
Mezzomo (2019)	Dados de projeto para um traçado de elevada variação topográfica (Caquamá - RS)	26%
Mezzomo (2019)	Dados projetados para um traçado de pequena variação topográfica (Caquamá - RS)	31%

Fonte: Adaptado de Paffrath (2013) e Mezzomo (2019)

Entretanto, segundo Alem Sobrinho e Tsutiya (2000), o uso de espaços privados para o seu funcionamento e implantação pode ser fator causador de conflitos na vizinhança, bem como pode dificultar a inspeção, operação e manutenção das concessionárias. E bem como o sistema convencional, o SCE pode sofrer com a utilização indevida da rede de coleta, como o lançamento de águas pluviais e resíduos sólidos urbanos.

Além disso, uma característica limitante do sistema é o uso predominante de coletores de pequenos diâmetros. Mesmo que o dimensionamento da rede coletora seja efetuado dentro dos limites estabelecidos pelas normas técnicas e pela hidráulica, a utilização desses coletores pode promover resistência da população quanto ao funcionamento da tecnologia e ainda presumir o subdimensionamento do sistema com o decorrer dos anos e do crescimento urbano e populacional (MORAES, 2000).

Outra limitação do SCE é que o seu sucesso depende fundamentalmente dos usuários. A comunidade precisa entender a responsabilidade na operação e manutenção do sistema, promovendo limpeza nos ramais e eventuais desobstrução quando necessário. Mezzomo (2019, p. 31) descreve:

O sistema condominial não diz respeito unicamente a execução de uma obra física, e sim a uma obra social que deve ser planejada, executada e mantida a partir de acordos, pactos que envolvem o Poder Público, as populações beneficiadas e as lideranças locais.

Contudo, experiências de aplicação demonstram que esse engajamento nem sempre acontece da maneira esperada. Por exemplo, um levantamento da CAERN em 2017 mostrou que o sistema condominial é responsável por 85% das intervenções da Companhia no SES-GMN, enquanto o convencional é responsável por apenas 15% (CAERN, 2018). Nesse cenário, considerando uma participação popular não tão efetiva, seja por falta de educação sanitária, seja por outros fatores, os gastos com manutenção das concessionárias podem ser elevados e compensar os ganhos econômicos advindos da implantação. Ou seja, quando a manutenção é de responsabilidade da companhia de água e esgoto, o custo do SCE é semelhante ao dos convencionais (SANTIAGO, 2008).

Outro estudo realizado por Oliveira (2017), dessa vez no sistema condominial operado pela CAERN no bairro de Santos Reis, localizado em Natal/RN, aponta que o custo com a manutenção do sistema de esgoto condominial é 125,71% maior quando comparado ao convencional no mesmo bairro.

Já em uma avaliação da sustentabilidade técnico-econômica do modelo proposta por Arruda (2018), a conclusão é que, na região de responsabilidade da Gerência de Operação e Manutenção de Água e Esgotos Natal Sul da mesma Companhia (que compreende bairros das regiões Sul, Leste e Oeste da cidade), os gastos com a operação e manutenção do sistema convencional e condominial correspondem, respectivamente, a 45,76% e 54,24%, (este, correspondente apenas a 32,10% das economias ativas totais do local do estudo). O mesmo trabalho confirmou que, assim como no SES-GMN, no SES estudado as quantidades de solicitações para serviços de manutenção (como por exemplo desobstrução e consertos de ramais) para as ligações condominiais também eram superiores quando comparadas com as solicitações das ligações convencionais.

3.3.4 Operação e manutenção

A eficiente operação e manutenção determinam o pleno funcionamento dos sistemas de esgotamento sanitário. Conforme Melo (1994) apud Ferreira (2003), são diversos fatores que influenciam no desempenho do sistema condominial, por exemplo:

- a) Instalações hidrossanitárias adequadas;
- b) O poder político;
- c) A qualidade do projeto;
- d) A qualidade da execução da obra;
- e) Sistemas locais de infraestrutura (drenagem, sistema viário, coleta de lixo);
- f) Condições de operação.

A lógica é que quanto menores os níveis de satisfação atingidos nos fatores supracitados, maiores os requisitos de operação do sistema.

Os ramais prediais, especificamente, sejam eles individuais ou condominiais, internos ou externos, tem o seu funcionamento alterado por vários motivos, de acordo com Melo (1994) apud Ferreira (2003).

Em primeiro lugar, pode-se citar a alteração do funcionamento por defeito de construção, quando há repetição perceptível do problema. A construção depende dos projetos previamente elaborados, que têm como norte a norma técnica da NBR 9649/1986 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário (ABNT, 1986). Não diferentemente de outras obras da construção civil, a execução da rede coletora de esgoto sanitário necessita de procedimentos

para o desenvolvimento correto dos trabalhos que serão executados. Tornando essencial, portanto, o acompanhamento e fiscalização das obras.

O segundo exemplo é a interferência no desempenho do sistema por quebra da canalização, seja por choque ou seja pelo desgaste natural dos materiais. Os tubos utilizados na construção dos ramais condominiais no Brasil são, principalmente, feitos de plástico ou de cerâmica. Pela facilidade e rapidez de instalação, estanqueidade e outras características, os de plásticos são os mais utilizados. Os de cerâmica, apesar do benefício econômico, possuem qualidade inferior e menor vida útil (MELO, 2008).

Outro caso de alteração no funcionamento é através da obstrução por mau uso. O entupimento de ramais de esgoto é um dos principais problemas do sistema, seja por destinação inadequada de resíduos sólidos, água pluviais ou ainda pela ausência de caixa de gordura nas residências. A educação sanitária torna-se uma grande aliada para a solução dessa problemática. E por fim, em situações mais extremas, devido a conflitos, o funcionamento dos ramais pode ser alterado por sabotagem de estranhos ou vizinhos.

Vale lembrar que para o sistema condominial, segundo Melo (2008, p. 355): “sua operação deveria caber, sempre que possível, ao condomínio”, que, nesse caso, é a unidade de coleta. E em termos gerais, deveria caber à população alvo. Contudo, no Estado do Rio Grande do Norte, a participação e engajamento popular nesse quesito é insatisfatória e as consequências são desanimadoras. Nesse cenário, a operação e manutenção de sistemas condominiais tem se tornado alvo recente de pesquisas.

O estudo realizado por Oliveira (2017) mostra que 70% dos entrevistados nunca realizaram nenhuma desobstrução nas tubulações de suas residências, por exemplo. Os que já realizaram, na maioria dos casos (56%), disseram que raramente realizavam a atividade. Além disso, 5% dos entrevistados relataram que tinham uma relação de ruim a péssima com seus vizinhos (localizados a montante e a jusante) e 14% confessaram que já tinham presenciado momentos em que a CAERN tinha sido solicitada para desobstrução, mas os vizinhos não autorizaram a entrada da concessionária em seus terrenos.

3.3.5 Experiências no Brasil

Com o financiamento do Banco Mundial, a experiência pioneira no Estado do Rio Grande do Norte não se restringiu apenas aos bairros da capital. Ainda no início da década de 1980, outras cidades potiguares como Currais Novos, Goianinha, Parnamirim e Santa Cruz também foram contempladas com o modelo condominial.

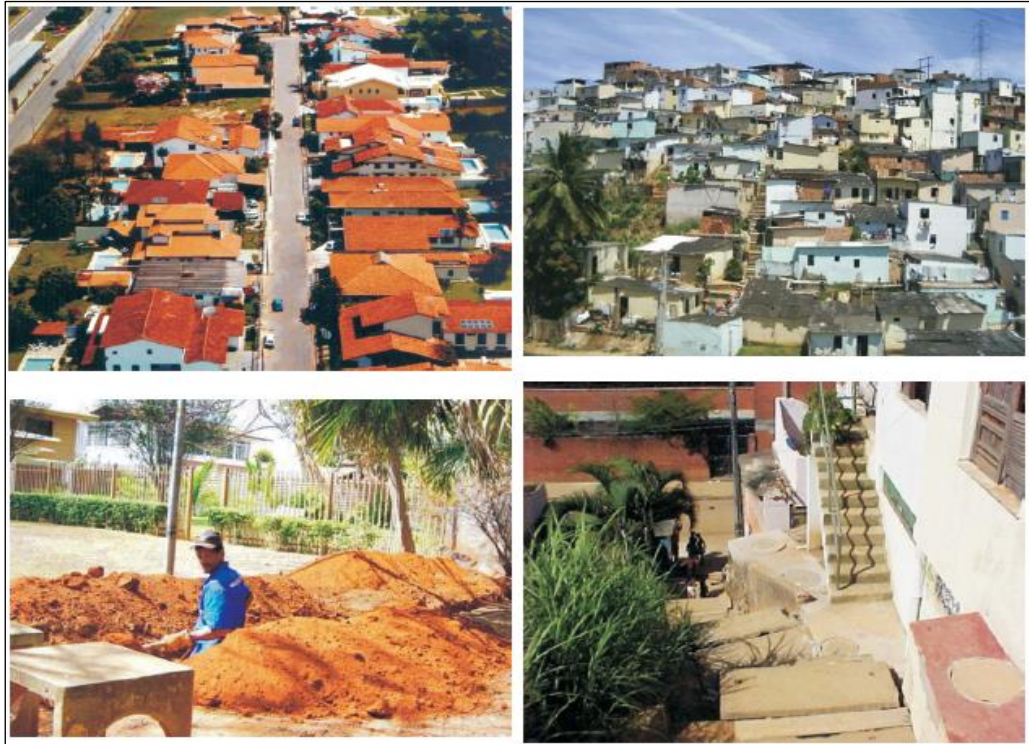
No Estado de Pernambuco, o sistema foi implantado nas cidades de Petrolina e Recife. A experiência-piloto em Petrolina evidenciou que, ainda que em seus primórdios, o sistema poderia ser uma alternativa para o atendimento de cidades como um todo. Ainda no Nordeste, além dessas localidades, pode-se ainda citar como exemplo a experiência em Salvador, capital da Bahia.

Posteriormente, na década de 1990, o SCE foi adotado por outras regiões do Brasil. Um programa de saneamento do Governo do Estado do Rio de Janeiro beneficiou 500.000 habitantes de 30 favelas (como a da Rocinha, Mangueira e Complexo do Alemão) com a tecnologia. Em Brasília - Distrito Federal, a adoção do modelo foi um excelente exemplo de aplicação em larga escala.

Já em Parauebas – Pará, a experiência abriu novos horizontes para o sistema. Ali, o modelo condominial foi utilizado para a distribuição de água, se mostrando como uma alternativa promissora para regiões com deficiência de abastecimento urbano de água (MELO, 2008).

De modo geral, a aplicação do sistema nas cidades de Brasília e Salvador representou grandes saltos para o modelo condominial, reforçando, principalmente, a diversificação dos segmentos sociais atendidos. Nessas localidades, o modelo consegue atender extremos de renda e de urbanização das cidades, conforme exemplifica as diferenças entre de aplicação do sistema na Figura 4.

Figura 4 - SCE em bairro nobre de Brasília (à esquerda) e áreas urbanas desordenadas em Salvador (à direita)



Fonte: Adaptado de Melo (2008)

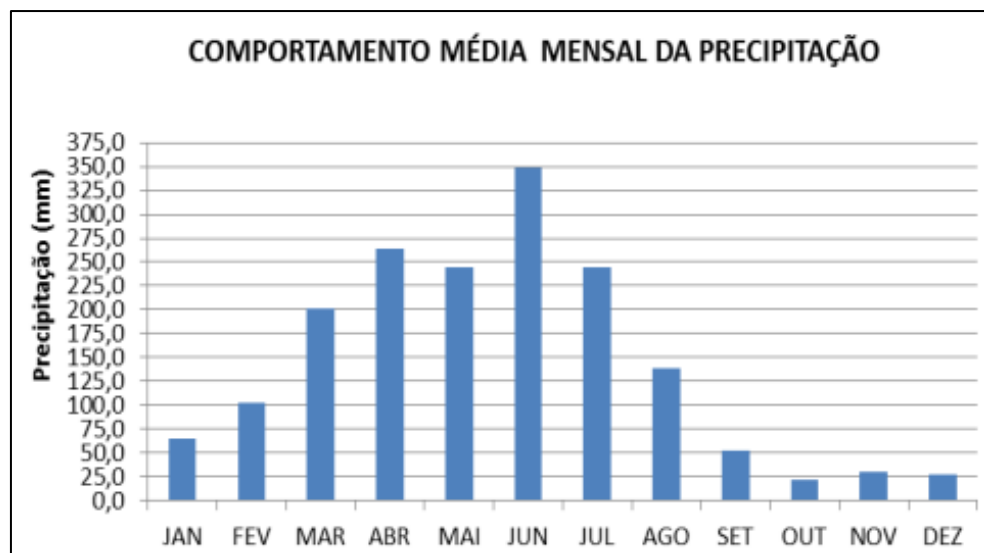
4 METODOLOGIA - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

Os serviços de esgotamento sanitário em Natal se dão através de dois subsistemas: o Subsistema Sul, que atende as Zonas Administrativas Sul, Leste e Oeste da cidade e o Subsistema Norte, que atende a Zona Administrativa Norte (CAERN, 2017). O presente trabalho foi desenvolvido no Subsistema Norte, que corresponde ao SES-GMN da CAERN. É importante destacar que o referido SES engloba além de bairros do município de Natal, um bairro do município de São Gonçalo do Amarante, ambas as cidades estão situadas na mesorregião do Leste Potiguar (IBGE, 1990).

De forma geral, a localidade do sistema tem um clima quente e árido, exceto durante a estação chuvosa, quando se torna quente e úmido. Esse período acontece durante os meses de abril a julho, com predominância no mês de junho (MOTTA, 2004; ALVES, 2010). Enquanto os meses mais secos acontecem no primeiro e último trimestre do ano, conforme mostra a Figura 5:

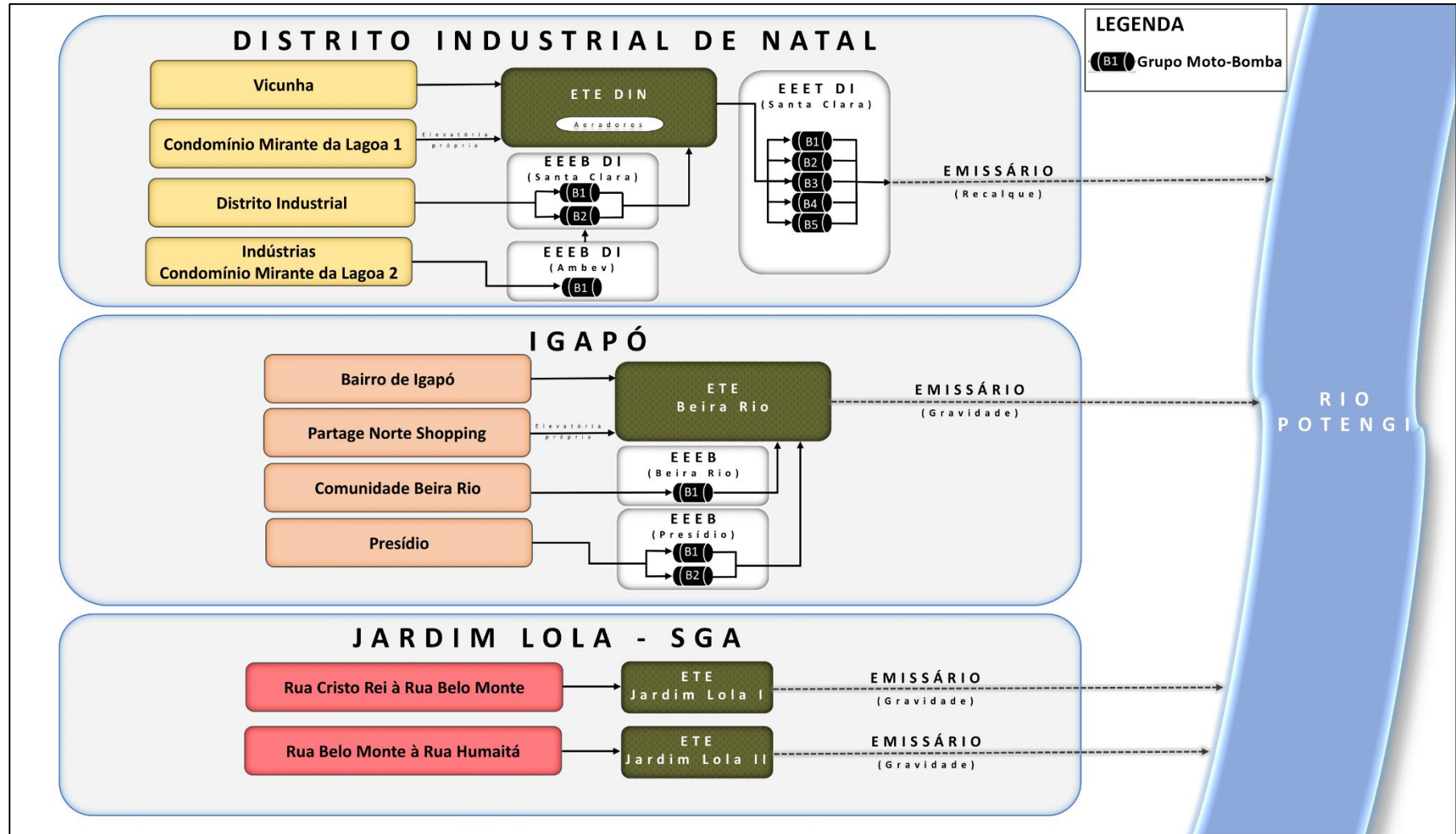
Figura 5 - Média da precipitação mensal de 1984 a 2010 em Natal-RN



Fonte: Alves (2010)

O SES-GMN encontra-se subdividido em 3 subsistemas: Distrito Industrial de Natal (DIN), Igapó e Jardim Lola, conforme ilustra o fluxograma na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma do SES-GMN



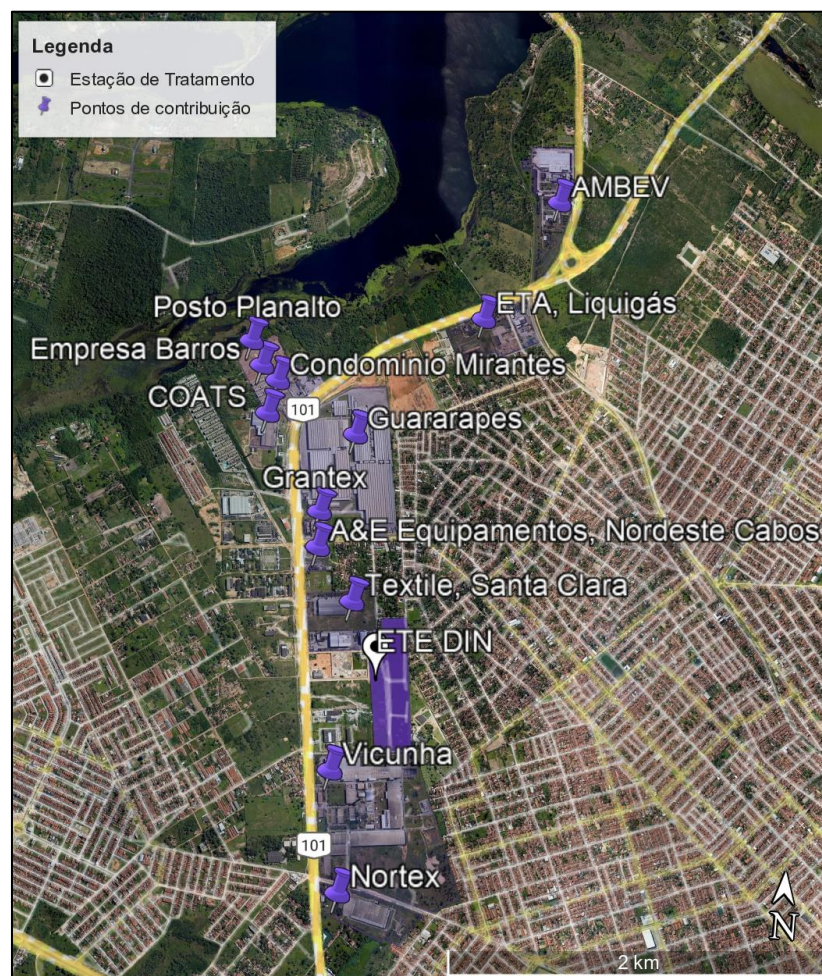
Fonte: Adaptado de CAERN (2018)

4.1.1 Subsistema do Distrito Industrial de Natal (DIN)

O Subsistema do DIN está localizado no bairro Nossa Senhora da Apresentação, pertencente a Região Administrativa Norte do município de Natal e recebe predominantemente esgoto industrial, que é composto por efluentes de processos produtivos e de águas de lavagem de indústrias. Por este motivo, não será analisado no presente trabalho, visto que o foco é da pesquisa é o sistema de esgotamento sanitário de esgotos domésticos.

Vale ressaltar que os efluentes coletados no subsistema são provenientes das indústrias localizadas ao longo da rodovia BR – 101, como por exemplo a Vicunha Têxtil, Liquigás, Santa Clara (Três Corações), Textile, Grantex, Nortex e Guararapes, e confluem para a ETE DIN (CAERN, 2018), conforme pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Subsistema DIN

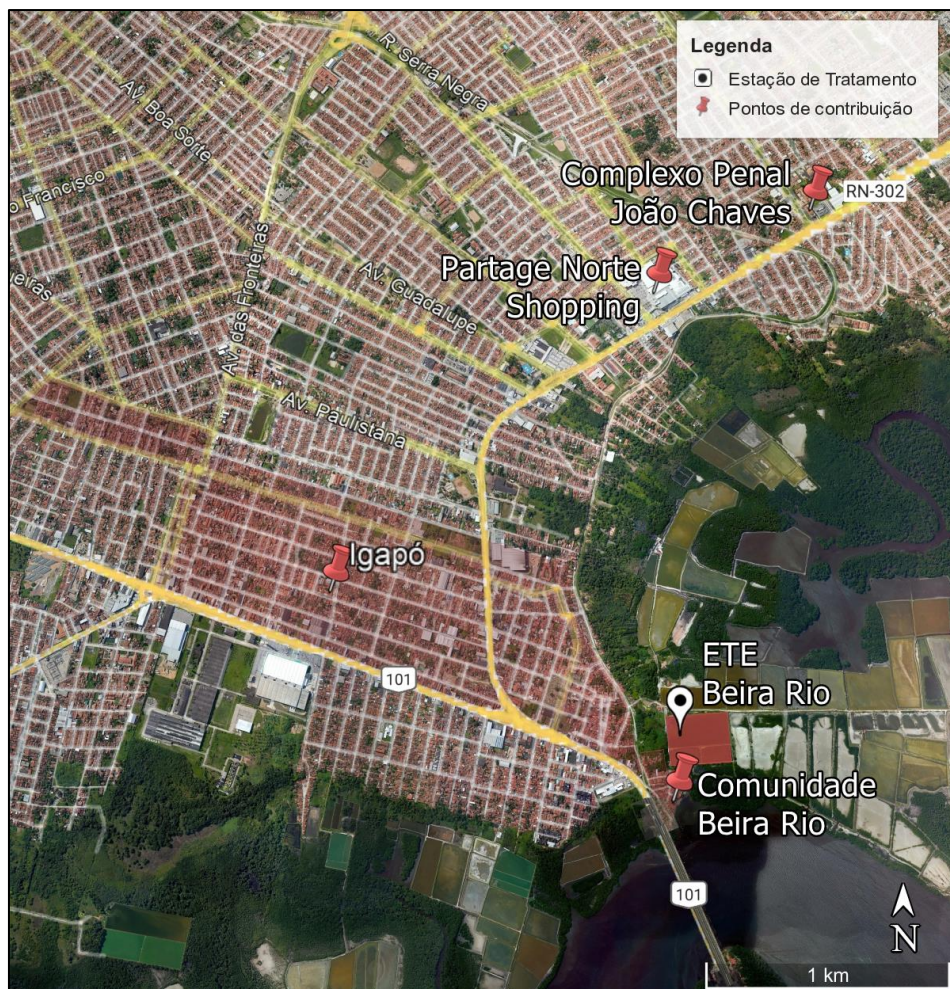


Fonte: Adaptado de CAERN (2018)

4.1.2 Subsistema de Igapó

Esse subsistema atende majoritariamente o bairro Igapó e, excepcionalmente, o Partage Norte Shopping, o Complexo Penal João Chaves (ambos localizados no bairro Potengi), e a comunidade Beira Rio (localizada no bairro Salinas), todos pertencentes ao município de Natal, e encaminha os efluentes para depuração na ETE Beira Rio, conforme pode ser observado na Figura 8 (CAERN, 2018).

Figura 8 - Subsistema Igapó



Fonte: Adaptado de CAERN (2018)

O bairro de Igapó é um dos sete bairros pertencentes a Região Administrativa Norte do município de Natal, possui uma área de 220,16 ha e tem uma população residente estimada em

29.849 habitantes, o que corresponde a uma densidade demográfica de 135,58 hab./ha (SEMURB, 2021).

Até 1938, Igapó pertencia ao município de São Gonçalo do Amarante e só se tornou um distrito de Natal por volta da década de 1980. Como bairro, teve seus limites definidos pela Lei Municipal nº 4.328, de 05 de abril de 1993 (SEMURB, 2007, apud MORAIS, 2010) que estão representados na Figura 9 a seguir.

Figura 9 - Bairro Igapó em Natal-RN

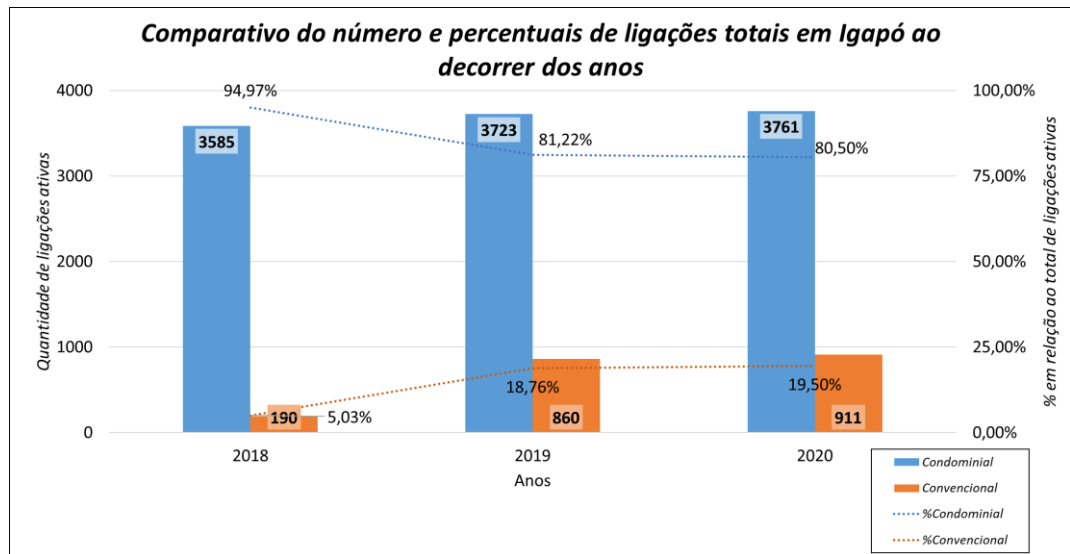


Fonte: Adaptada de SEMURB (2017).

Conforme a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal (2017, 2021), Igapó é predominantemente residencial, apesar de possuir uma área comercial promissora e crescente nos últimos anos. Em relação a sua infraestrutura, o bairro dispõe de iluminação pública, coleta de lixo, rede de transporte público e alternativo e sistema de drenagem urbana. Nessa área, os serviços de distribuição de água e coleta de esgoto são de responsabilidade da CAERN, assim como todo município de Natal.

Dados da CAERN (2021) mostram que, de 2018 a 2020 o bairro possuía uma média de 3.690 (86%) ligações ativas do tipo condominial e 654 (14%) do tipo convencional, totalizando uma média de 4.344 ligações no total. Um comparativo do número e percentuais de ligações totais ativas ao decorrer do período relatado está disposto na Figura 10.

Figura 10 - Comparativo temporal das ligações de esgoto em Igapó



Fonte: Adaptado de CAERN (2020)

4.1.3 Subsistema de Jardim Lola

Por sua vez, o subsistema Jardim Lola atende, quase que integralmente, o bairro da mesma denominação e encaminha os efluentes coletados para duas estações de tratamento: a ETE Jardim Lola 1 e ETE Jardim Lola 2 (CAERN, 2018), conforme observado na Figura 11 a seguir.

Figura 11 - Subsistema Jardim Lola



Fonte: Adaptado de CAERN (2018)

Jardim Lola é um dos 12 bairros pertencentes ao município de São Gonçalo do Amarante, localizado na Região Metropolitana de Natal. O bairro possui uma área de 94,50 ha e população estimada de 10.320 habitantes, o que culmina em uma densidade demográfica de 109,21 hab./ha (FUCERN, 2020a). Teve sua criação e delimitações (Figura 12) definidas pela Lei Municipal Nº 1.257, de 29 de março de 2011.

Figura 12 - Bairro Jardim Lola de São Gonçalo do Amarante-RN



Fonte: Adaptada de São Gonçalo do Amarante (2011)

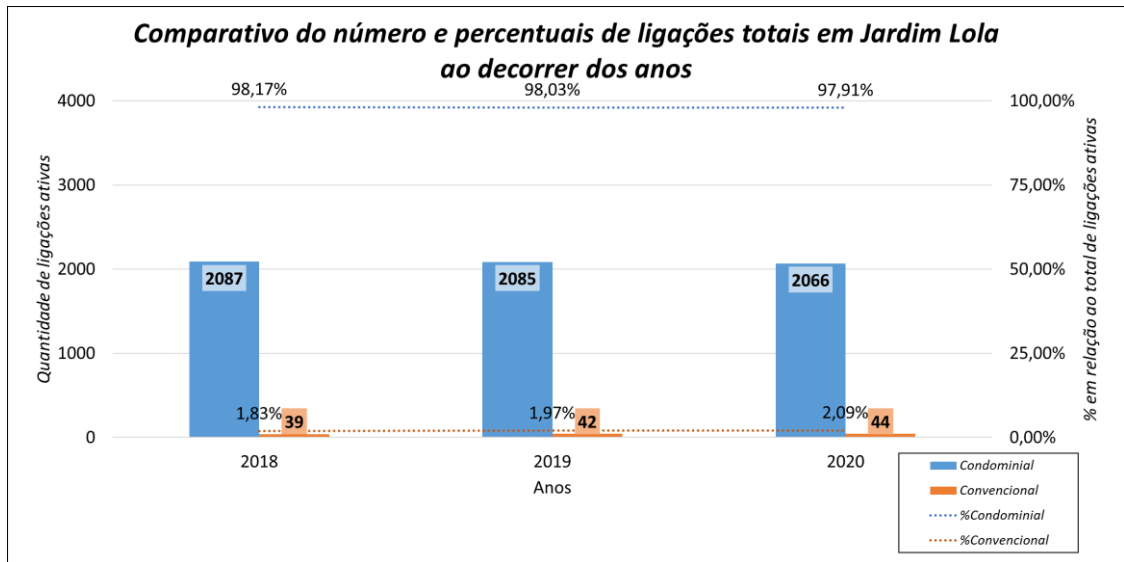
De acordo com a Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte (2020b) a maioria das ruas da região é disposta em grades e tem ocupação predominantemente residencial. Outra característica relevante do bairro é a presença expressiva de vilas (habitações em áreas urbanas que, no geral, são caracterizados por um padrão urbanístico irregular, localização em áreas com restrição à ocupação e elevada densidade populacional), contabilizando 75 unidades no total.

Quanto a sua infraestrutura, Jardim Lola também conta com iluminação pública, coleta de lixo, rede de transporte público e alternativo, mas carece de sistema de drenagem urbana. No município de São Gonçalo do Amarante, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) é responsável pelo serviço público de água e esgoto, entretanto, nesse bairro a responsabilidade desses serviços é da CAERN (FUCERN, 2020a).

Conforme dados da CAERN (2021), de 2018 a 2020, o sistema de esgotamento sanitário de Jardim Lola possuía uma média de 2.121 ligações ativas, das quais 2.079 (98%) eram

cadastradas como do tipo condominial e apenas 42 (2%) como do tipo convencional. Um comparativo do número e percentuais de ligações totais ativas no decorrer do período citado está disposto na Figura 13.

Figura 13 - Comparativo temporal das ligações de esgoto em Jardim Lola



Fonte: Adaptado de CAERN (2020)

4.2 Caracterização do sistema de esgotamento sanitário

Em relação aos seus componentes, o SES-GMN é composto por 7 Estações Elevatórias (4 de esgoto bruto, 1 de esgoto tratado e 2 privadas), 4 Estações de Tratamento de Esgotos (3 lagoas facultativas e 1 lagoa aerada) e tem o Rio Potengi como corpo receptor, que recebe de forma predominante o efluente tratado conduzido por gravidade. As redes que coletam os esgotos têm diâmetros que variam de 100mm a 400mm e as mais recentes são de poli cloreto de vinila (PVC). Entretanto, a presença da rede de cerâmica ainda é expressiva, principalmente em trechos mais antigos do sistema (CAERN, 2018).

Dados da CAERN (2020) mostram que as ligações de esgoto doméstico do SES-GMN são predominantemente do tipo condominial (com ramais de fundo de lote). A predominância desse tipo de ligação é visível nos anos 3 de estudo desse trabalho (2018, 2019 e 2020), conforme demonstrado na Tabela 3.

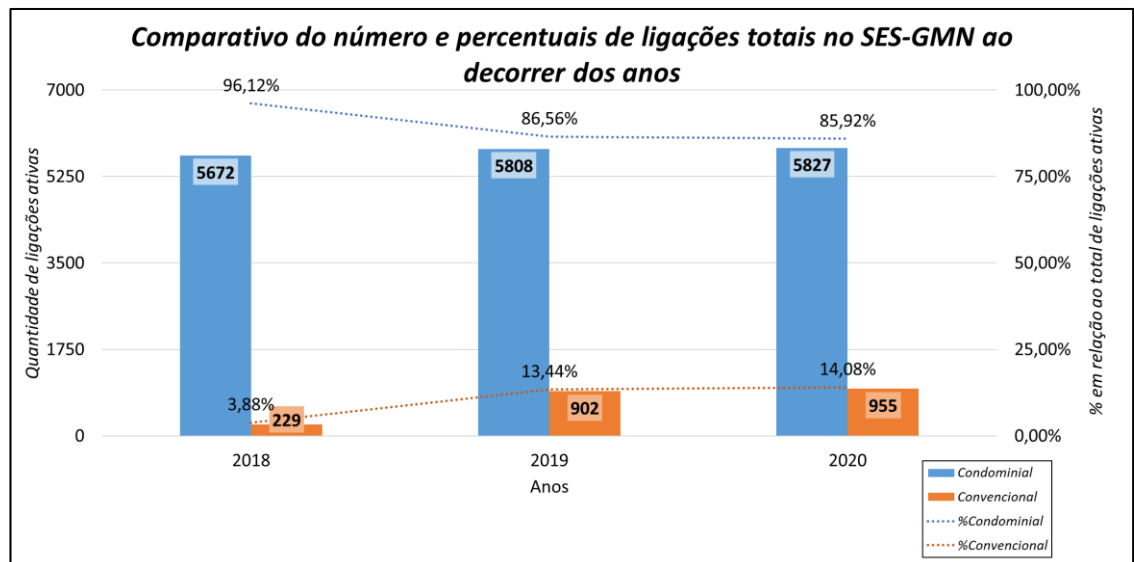
Tabela 3 - Ligações (por tipo) do SES-GMN ao decorrer dos anos estudados

ANO	2018		2019		2020		Quantidade Média
	Quantidade	Percentual	Quantidade	Percentual	Quantidade	Percentual	
PERFIL DA LIGAÇÃO ATIVA							
Condominial	5672	96,12%	5808	86,56%	5827	85,92%	5769
Convencional	229	3,88%	902	13,44%	955	14,08%	695
Total	5901	100,00%	6710	100,00%	6782	100,00%	6464

Fonte: Adaptado de CAERN (2020)

Contudo, diante das problemáticas operacionais e financeiras de manutenção que as ligações condominiais acarretam ao SES-GMN, há uma tendência notável da sua substituição pelo modelo convencional, principalmente nas novas ligações do sistema. Esse fato relatado implica na diminuição da quantidade e percentual do total de ligações ativas do perfil condominial, e no crescimento dos mesmos índices para aquelas do tipo convencional, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14 - Comparativo temporal das ligações de esgoto no SES-GMN



Fonte: Adaptado de CAERN (2020)

4.3 Procedimentos metodológicos

Para atingir os objetivos deste trabalho, foram contempladas técnicas quantitativas e qualitativas de pesquisa. A análise dos dados referentes à operação e manutenção do SES-GMN foi realizada mediante a geração de planilhas eletrônicas, gráficos e tabelas pelo *Software Microsoft Excel* e de mapas ilustrativos com as ferramentas *MyMaps* e *Google Earth*. Todas as análises dos dados deste trabalho foram feitas considerando um período de 03 (três) anos, 2018, 2019 e 2020.

A base de dados dos serviços é o relatório emitido pelo Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento (GSAN) que é um sistema utilizado pela CAERN e desenvolvido com ferramentas de *Software* livre para prestadores de serviços de saneamento brasileiro, no qual é possível organizar as atividades das unidades e fornecer apoio no acompanhamento das solicitações dos usuários, dessa forma, entender como ele funciona é importante para compreender quais os dados que são gerados em seus relatórios.

Em suma, ao notar algum sinistro nos serviços e sistemas da Companhia, os usuários podem entrar em contato em algum dos canais de atendimento e com isso é aberto um Registro de Atendimento (RA). Neste momento, é registrado a data de abertura da RA e também solicitadas as informações básicas da solicitação, como qual o tipo da requisição, a matrícula e endereço do imóvel do cliente. Vale ressaltar que nesse momento, nem sempre o tipo de requisição feito pelo cliente ou registrado pelo atendente corresponde ao serviço que será realizado em campo. Por exemplo, pela ausência de conhecimento técnico específico podem existir confusões sobre a obstrução acontecer na rede ou no ramal, ou se o sistema é convencional ou condominial.

De qualquer forma, após cadastrado o RA, é gerada a Ordem de Serviço (OS) com base nas informações cedidas no atendimento e após o recebimento da demanda no setor responsável, os serviços podem ser executados e algumas informações das equipes em campo ficam registradas digitalmente. Em outros casos, as OS podem ser abertas pelo próprio setor responsável, como quando são feitas ações corretivas e preventivas na rede, por exemplo.

No caso dos serviços do SES-GMN, o setor responsável é a Unidade de Operação e Manutenção de Esgotos Natal Norte (UMEN) e o relatório GSAN dos serviços dessa unidade, no período em questão, corresponde a uma planilha com 2981 registros, dos quais 552 foram descartados pois ou não correspondiam a serviços de manutenção ou operação, ou não foi

possível definir a classificação do sistema daquela solicitação, como mostra alguns exemplos na Figura 15 a seguir.

Figura 15 - Exemplo de alguns serviços descartados do banco de dados

	A	B	C	O	P	Q	R
1	OS	RA	Data de Abertura	Bairro	Município	Tipo de Serviço	Tipo de ligação
25	8598642	4E+06	29/03/2018	IGAPO	NATAL	CONCERTO DE REDE DE ESGOTO1	INDETERMINADO
26	8598643	4E+06	29/03/2018	IGAPO	NATAL	CONCERTO DE REDE DE ESGOTO1	INDETERMINADO
78	8673528	5E+06	19/04/2018	IGAPO	NATAL	ALTERACAO DE SITUACAO AGUA/ESGOTO NO FATURAMENTO	INDETERMINADO
86	8677802	5E+06	20/04/2018	IGAPO	NATAL	FISCALIZACAO DE IMOVEL	INDETERMINADO
95	8695441	5E+06	25/04/2018	IGAPO	NATAL	CONCERTO DE REDE DE ESGOTO1	INDETERMINADO
119	8735262	5E+06	07/05/2018	IGAPO	NATAL	FISCALIZACAO DE IMOVEL	INDETERMINADO
128	8754265	5E+06	10/05/2018	IGAPO	NATAL	FISCALIZACAO DE IMOVEL	INDETERMINADO
149	8793024	5E+06	21/05/2018	IGAPO	NATAL	FISCALIZACAO DE IMOVEL	INDETERMINADO
161	8816889	5E+06	25/05/2018	IGAPO	NATAL	FISCALIZACAO DE IMOVEL	INDETERMINADO
173	8826923	5E+06	29/05/2018	IGAPO	NATAL	FISCALIZACAO DE IMOVEL	INDETERMINADO
178	8836648	5E+06	04/06/2018	IGAPO	NATAL	CONCERTO DE REDE DE ESGOTO1	INDETERMINADO
181	8844153	5E+06	04/06/2018	IGAPO	NATAL	CONCERTO DE REDE DE ESGOTO1	INDETERMINADO
182	8847287	5E+06	04/06/2018	IGAPO	NATAL	ALTERACAO DE SITUACAO AGUA/ESGOTO NO FATURAMENTO	INDETERMINADO
149	8962042	5E+06	03/07/2018	IGAPO	NATAL	CONCERTO DE REDE DE ESGOTO1	INDETERMINADO
164	8992756	5E+06	09/07/2018	IGAPO	NATAL	CONCERTO DE REDE DE ESGOTO1	INDETERMINADO
166	8993860	5E+06	09/07/2018	IGAPO	NATAL	FISCALIZACAO DE IMOVEL	INDETERMINADO

Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Dessa forma, o banco de dado final utilizado neste trabalho consta com 2429 registros. A partir desse ajuste inicial, foi possível dar início as análises propostas neste trabalho.

Inicialmente, ao aplicar o filtro dos tipos das solicitações, foi possível visualizar diferentes tipos de serviços de operação e manutenção registrados:

- Conserto de ramal: é realizado quando há algum defeito na tubulação que vai da residência do cliente até a caixa de inspeção, ou ainda quando há um trecho dessa tubulação quebrado ou cortado;
- Desobstrução de ramal ou desobstrução de rede: é feita quando há o entupimento total ou parcial da tubulação, por motivos conhecidos ou não. Quando é feito na rede, pode ser resultado de medidas preventivas;
- Instalação de ramal: é efetuada quando o cliente solicita a coleta do esgoto do imóvel, conforme viabilidade técnica;
- Substituição de ramal: acontece ou quando há mudança do tipo de ligação ou quando o imóvel já possuía ligação com a rede de coleta, porém, por algum motivo (reforma, demolições) acabou deteriorando o ramal e dessa forma, precisa ser substituído;
- Transposição de ramal: é feita quando há uma mudança no arranjo dos ramais ou ainda no encaminhamento dos efluentes para a rede coletora.

Antes de efetuar a quantificação das ocorrências para os diferentes tipos de serviços, foi realizada uma nova filtragem nos dados para identificar os erros em relação aos registros de

serviço, tendo em vista que em alguns casos as desobstruções no sistema condominial são requisitadas como desobstrução de sistema convencional. Essa correção de dados foi feita verificando no GSAN o tipo de ligação de esgoto, a partir da matrícula de imóvel que constava na RA e confirmando a informação com base no traçado da rede no mapa do SES-GMN. Na Figura 16 é possível ver um exemplo de um dos serviços corrigidos:

Figura 16 - Verificação de inconsistência no cadastro do tipo de serviço pela ligação

OS	Matrícula do Imóvel	Endereço	Tipo de Serviço
471	8756080	VILA JOSE	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
1144	9535453	VILA JOSE	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
1738	9733871	VILA VIOLETA,	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
1773	9743229	VILA VIOLETA,	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
1797	9752084	10 10 VILA VIOLETA,	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
1802	9753904	VILA VIOLETA,	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
2680	10253599	VILA CORACAO DE JESUS,	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
2858	10400575	VILA DA PAZ,	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
2863	10402250	VILA PEDRO 3,	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
3172	10914891	VILA FRANCISCO	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL
3175	10915608	VILA FRANCISCO	DESOBSTRUCAO DE RAMAL DE ESGOTO CONVENCIONAL

Dados do Imóvel					
Imóvel:*	10	10			
Situação de Água:	LIGADO		Situação de Esgoto:	LIGADO	
Tipo de Ligação:	COM HIDROMETRO				
Endereço					
RUA SALVADOR - VILA VIOLETA - CASA - IGAPO NATAL RN					
Dados da Ligação de Esgoto					
Data da Ligação	Data de Corte	Motivo Corte/Supressão	Data da Religação	Data da Supressão	Data do Restabelecimento
01/07/2002					
Diametro		Material		Perfil de Ligação	
4 POLEGADAS		PVC		CONDOMINIAL - 35%	
Consumo Mínimo	Percentual de Esgoto	Percentual de Coleta		Indicador de Poço	
0	35,00	100,00			

Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Daí, após a correção, foi possível contabilizar a quantidade de vezes que cada um dos serviços foi requisitado. Dessa forma, foram geradas as tabelas e gráficos da análise quantitativa. E com isso, foi possível constatar os serviços que apresentam as maiores frequências de solicitação e representam a maior demanda para a UMEN.

Além disso, de posse com o número de ocorrências dos serviços, foi calculado um coeficiente denominado Índice L/TS que mostra uma relação entre a quantidade de ligações e

quantidade total de serviços para fins de comparação quantitativa proporcional entre os sistemas:

$$\text{Índice } L/TS = \frac{L}{TS}$$

Em que:

- L é o número de ligações referentes ao sistema analisado no momento;
- TS é a quantidade total de ocorrências do serviço específico;

A ideia é que o coeficiente mostre a probabilidade de ocorrência daquele tipo de serviço em um dos sistemas no período analisado. No caso, para um mesmo sistema, quanto menor o valor, mais provável de ocorrer aquela solicitação, quanto maior, mais difícil.

Em seguida, o serviço com maior número total de ocorrência, ou seja, o serviço mais problemático no SES-GMN foi selecionado para as próximas análises.

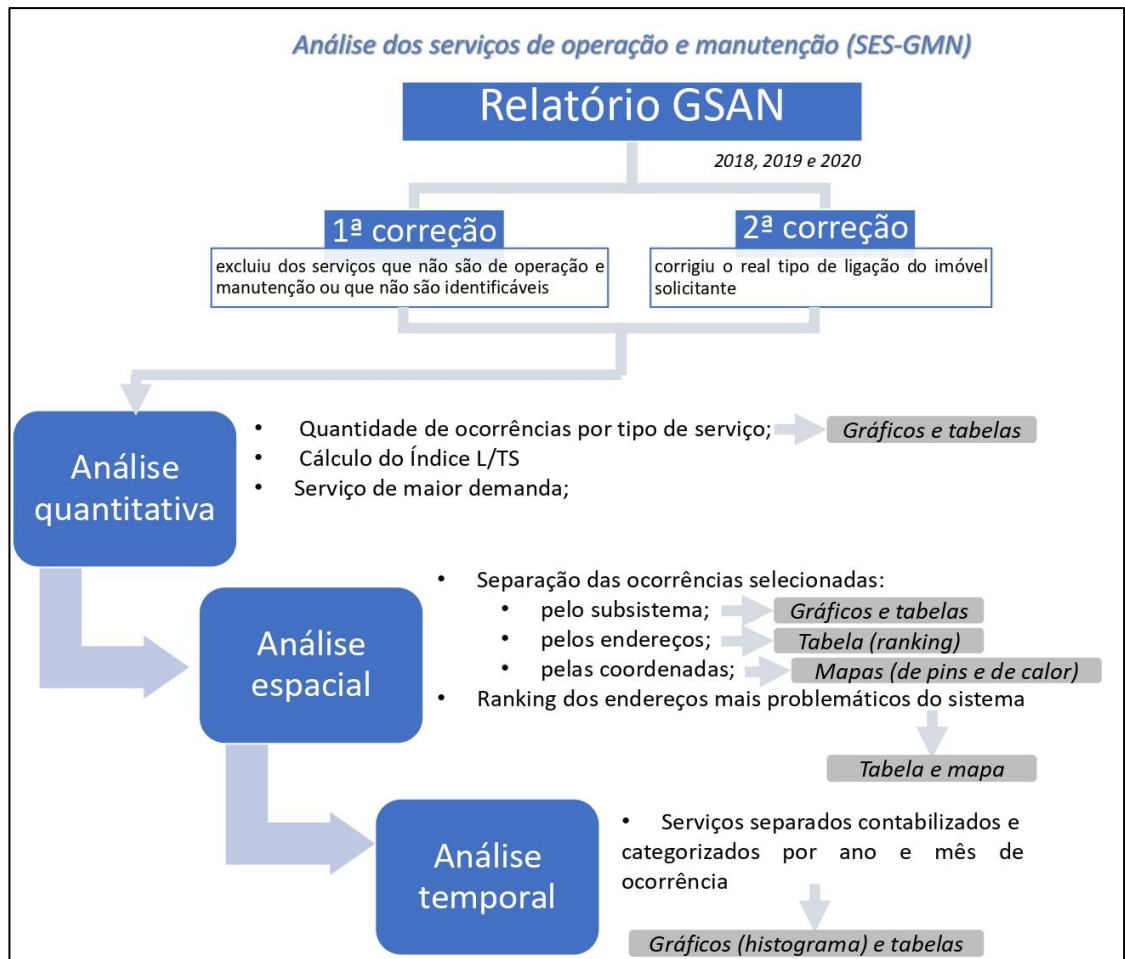
Visando compreender quais são as regiões mais problemáticas do SES-GMN, foi dada continuidade ao trabalho separando as ocorrências dos serviços selecionados inicialmente pelo subsistema em que estavam localizadas e em seguida filtradas pelo endereço (bairro, rua e número).

Os endereços completos dessas ocorrências permitiram coletar suas respectivas coordenadas geográficas pelo *Google Earth*, gerar um mapa com *Pins* das localizações das solicitações e um mapa de calor no qual é possível visualizar as áreas com elevada concentração dos serviços. Os logradouros registrados no banco de dados também possibilitaram a criação de um ranking com os endereços mais solicitantes e, conseqüentemente, mais problemáticos do sistema.

Por fim, de acordo com as datas de abertura, os serviços separados foram contabilizados e categorizados por ano e mês de ocorrência. Dessa forma, foi possível agrupar os dados em tabelas e elaborar gráficos com os valores mensais no período de análise, formando histogramas. Assim, foi possível compreender o comportamento das ocorrências selecionadas durante os meses dos anos, identificar possíveis padrões temporais e os períodos mais críticos do sistema.

Um resumo da metodologia utilizada nesse trabalho está ilustrado na Figura 17 a seguir.

Figura 17 - Esquema de resumo da metodologia do trabalho



Fonte: autora (2022)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentadas as análises propostas para o SES-GMN. Inicialmente, é apresentada a análise quantitativa dos serviços de manutenção e operação do sistema como um todo. Conforme os resultados obtidos e a partir das solicitações que forem selecionadas nesta primeira etapa, posteriormente foi realizada a análise temporal no período proposto e por fim, a análise espacial na área de abrangência do sistema.

5.1 Análise quantitativa

O levantamento quantitativo dos serviços de manutenção e operação do SES-GMN para as ligações do tipo condominial no período de 2018 a 2020 está indicado na Tabela 4:

Tabela 4 – Quantitativo dos serviços de manutenção e operação no Sistema Condominial do SES-GMN

Sistema Condominial do SES-GMN							
Média de Ligações = L = 5.769 – 89%							
Serviço	Quantidade			Total (TS)	Porcentagem		Índice (L/TS)
	2018	2019	2020		em relação ao sistema condominial	em relação ao SES-GMN	
Conserto de ramal de esgoto condominial	5	18	17	40	1,91%	1,65%	144,23
Desobstrução de ramal de esgoto condominial	397	384	537	1318	62,97%	54,26%	4,38
Desobstrução de rede de esgoto condominial	261	230	203	694	33,16%	28,57%	8,31
Instalação de ramal de esgoto condominial	12	10	7	29	1,39%	1,19%	198,93
Substituição de ramal de esgoto condominial	5	5	0	10	0,48%	0,41%	576,90
Transposição de ramal de esgoto condominial	2	0	0	2	0,10%	0,08%	2884,50
Total	682	647	764	2093	100,00%	86,17%	2,76

Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Na Tabela 4, é possível verificar que o serviço de maior ocorrência no período estudado para o sistema condominial é o de desobstrução de ramal, totalizando 1318 registros no

intervalo de 3 anos e 4,38 ligações do sistema para cada desobstrução de ramais condominiais, o menor índice calculado para o caso analisado.

A predominância também é vista analisando individualmente os registros por ano, tendo em vista que em 2018, dos 682 serviços registrado, 397 foram desse tipo. Enquanto em 2019 foram 384 dos 647 e em 2020, 537 dos 764.

Esses serviços correspondem a 62,97% dos serviços do sistema condominial estudado e, de maneira geral, mais da metade (54,26%) das atividades de manutenção e operação do SES-GMN. Por esse motivo, os serviços de desobstrução de ramais condominiais serão estudados nas próximas análises deste trabalho.

Vale ressaltar que uma análise similar feita em 2017 pela UMEN mostrou que, naquele ano, os resultados obtidos foram similares aos encontrados neste trabalho: o serviço de desobstrução de ramal condominial também era o serviço com maior número e percentual de registros (80,63%) em relação ao total do SES-GMN (CAERN, 2018). Destaca-se ainda a importância dessa análise para o setor pois, a partir dos resultados encontrados naquele ano, foi possível planejar intervenções no sistema que resultaram em uma melhoria significativa em relação a esse percentual no estudo atual (54,26%), correspondendo a um decréscimo de mais de 30%.

Também é importante lembrar que, conforme informado anteriormente, na teoria, os próprios usuários do sistema condominial deviam ser os responsáveis por esse tipo de serviço, tanto que a cobrança de tarifa de serviço a ser paga pelos clientes para a Companhia é feita com um valor inferior quando comparada aos clientes com ligação convencional.

Entretanto, não é o que acontece na realidade, conforme indica os números deste presente trabalho e os resultados do estudo de Oliveira (2017), que em sua pesquisa com usuários do sistema condominial do Bairro Santos Reis, também localizado em Natal e com realidade social e de infraestrutura similar a área de estudo deste trabalho, atestou que 70% dos consultados nunca realizaram uma ação de desobstrução em suas instalações.

Dessa maneira, seja pelo desconhecimento das regras do sistema, ou do próprio sistema (uma vez que existem casos que o morador original já não é mais dono do imóvel), ou seja ainda pelo longo tempo transcorrido desde a capacitação dos usuários (mais de 30 anos) sem que ocorra um programa de reciclagem periódico, os usuários desse sistema acabam

terceirizando a responsabilidade desses serviços para a CAERN, onerando os custos com manutenção e operação do sistema sem muitos retornos financeiros.

Por outro lado, o segundo serviço de maior ocorrência no intervalo dos 3 anos estudados é o de desobstrução de rede de esgoto condominial, representando 694 registros do tipo e totalizando 8,31 ligações do sistema para cada desobstrução de rede condominial. Esse serviço corresponde a 33,16% e 28,57% das atividades do sistema condominial e dos serviços de manutenção e operação do SES-GMN, respectivamente.

Como esperado, as ocorrências de desobstrução de rede de esgoto condominial são inferiores as de ramais, visto que para o problema chegar até a rede coletora, os efluentes percorrem um percurso significativo nas tubulações que compõe os ramais (aumentando a probabilidade de a obstrução ocorrer fora do passeio público). Ainda existe ocasiões nas quais essas ocorrências são contabilizadas pelo sistema da CAERN, mas são resultados de intervenções preventivas da unidade responsável, a UMEN.

Em quantidades inferiores, podem ser listados os serviços de conserto (40 registros), instalação (29 registros), substituição (10 registros) e transposição (2 registros) de ramal de esgoto condominial, os quais correspondem cada um a menos de 2% dos serviços de manutenção e operação do sistema condominial estudado e do SES-GMN.

Por sua vez, o levantamento quantitativo dos serviços de manutenção e operação do SES-GMN para as ligações do tipo convencional no período de 2018 a 2020 está indicado na Tabela 5:

Tabela 5 - Quantitativo dos serviços de manutenção e operação no Sistema Convencional do SES-GMN

Sistema Convencional do SES-GMN							
<i>Média de Ligações = L = 695 (11%)</i>							
Serviço	Quantidade			Total (TS)	Porcentagem		Índice (L/TS)
	2018	2019	2020		em relação ao sistema convencional	em relação ao SES-GMN	
Conserto de ramal de esgoto convencional	2	4	1	7	2,08%	0,29%	99,33
Desobstrução de rede de esgoto convencional	79	48	55	182	54,17%	7,49%	3,82
Instalação de ramal de esgoto convencional	130	10	6	146	43,45%	6,01%	4,76
Substituição de ramal de esgoto convencional	1	0	0	1	0,30%	0,04%	695,33
Total	212	62	62	336	100,00%	13,83%	2,07

Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Na Tabela 5, constata-se que o serviço de maior ocorrência no período estudado para o sistema convencional do SES-GMN é o de desobstrução de rede de esgoto, totalizando 182 registros no intervalo de 3 anos. Neste caso, de acordo com a UMEN, grande parte dessas ocorrências são advindas de intervenções preventivas e de rotina.

Diferentemente do outro tipo de ligação, aqui a predominância não é total analisando individualmente os registros por ano, pois esse tipo de serviço é o mais registrado nos anos de 2019 (48 registros) e 2020 (55 registros), entretanto, há uma exceção no ano de 2018 tendo em vista que neste ano, 79 dos serviços registrados, foram desse tipo, enquanto 130 das 212 ocorrências representavam serviços de instalação de ramal convencional.

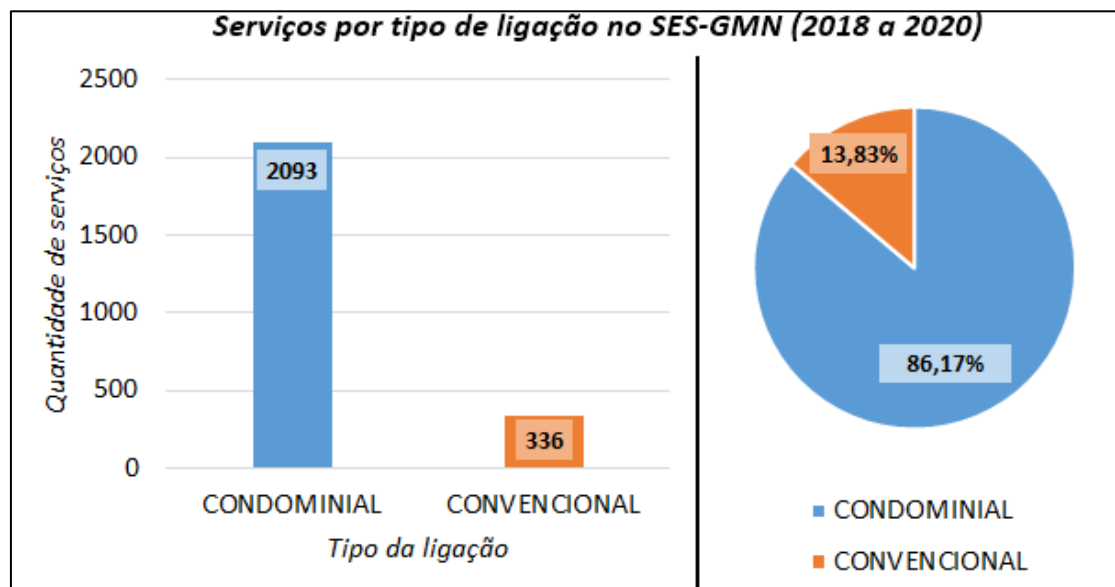
Nos demais anos de estudo (2019 e 2020), a instalação de ramal convencional segue como o segundo serviço de maior ocorrência e representa 43,45% e 6,01% dos serviços do sistema convencional e do SES-GMN, respectivamente. Enquanto o primeiro serviço (desobstrução de rede) corresponde aos valores de 54,17% e 7,49%.

O estudo feito pela UMEN em 2017 também indicou resultados semelhantes aos encontrados atualmente: o serviço de desobstrução de rede convencional também era o mais representativo nesse tipo de ligação. Naquele ano, o percentual desse serviço era de 9,96% (CAERN, 2018), e também performou melhoria considerável com as intervenções preventivas do setor, visto que o percentual decresceu cerca de 30% no estudo atual (7,49%).

Ademais, em menores valores, podem ser destacados os serviços de conserto (7 registros) e substituição (1 registro) de ramal de esgoto convencional, os quais correspondem cada um a menos de 1% dos serviços de manutenção e operação do sistema convencional estudado e do SES-GMN. De maneira geral, as atividades de manutenção e operação do sistema convencional correspondem apenas a 13,83% daquelas do SES-GMN como um todo.

A comparação dos serviços analisados por tipo de ligação pode ser observada na Figura 18:

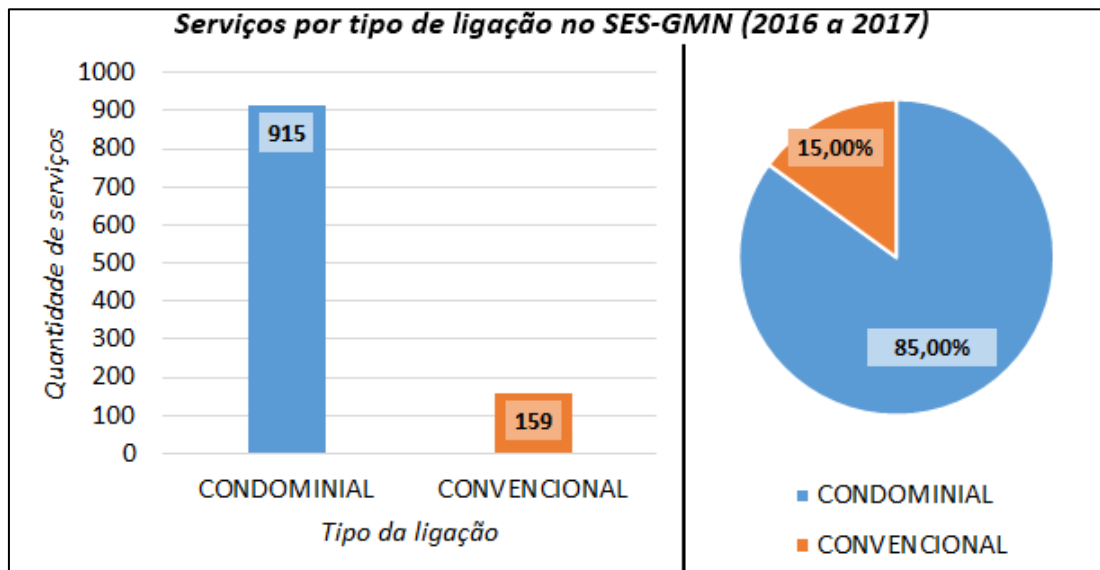
Figura 18 - Comparação quantitativa dos serviços por tipo de ligação no SES-GMN (2018 a 2020)



Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

A partir da análise da Figura 18 fica nítido que, em termos comparativos para o período analisado, o número de serviços de manutenção e operação do sistema condominial (2093; 86,17%) do SES-GMN é muito maior do que o número para o sistema convencional (336; 13,83%). Tal resultado é esperado, visto que no sistema estudado, o número médio de ligações condominiais (5769; 89%) também é muito maior do que o número médio de ligações convencionais (695; 11%). Inclusive, para o sistema condominial e convencional os percentuais de serviços totais (86,17%; 13,83%, respectivamente) e os percentuais de ligações (89%; 11%, respectivamente) apresentam valores bem similares, o que mostra, de forma geral, uma distribuição relativamente equilibrada das ocorrências de operação e manutenção entre os dois tipos. Por fim, vale ressaltar que os resultados atuais para essa análise quantitativa são bem próximos àqueles encontrados pelo estudo da UMEN em 2017, conforme mostra a Figura 19 a seguir.

Figura 19 - Comparação quantitativa dos serviços por tipo de ligação no SES-GMN (2016 a 2017)



Fonte: Adaptado de CAERN (2018)

Entretanto a análise mais detalhada dos 2 sistemas de coleta (convencional e condominial) no período do estudo atual, a partir do cálculo dos Índices L/TS para os serviços, mostra que aqueles calculados para o sistema convencional foram relativamente menores (com exceção do de instalação de ramal) que os para o sistema condominial. Como exemplo pode-se citar, o índice de desobstrução de rede. Apesar de isoladamente a quantidade de registros do convencional (182) ser muito inferior àquela encontrada para o sistema condominial (694), nesse caso, o número de ligações do sistema pelo de desobstruções de rede convencional, que é de 3,82, é relativamente menor que aquele encontrado para o outro tipo (8,31). Isso se dá pelo fato de que o número de ligações convencionais no SES-GMN é muito inferior quando comparado àquela das ligações condominiais, o que faz com que, neste caso, um menor número de ocorrências, também acarrete um índice mais baixo.

Embora cada sistema tenha suas singularidades na análise quantitativa dos serviços de operação e manutenção, é possível destacar alguns pontos interessantes. Como por exemplo, o fato de que em ambos, os serviços com maiores números de ocorrências são os de desobstrução, tanto de ramais quanto de rede.

Esses serviços, quando não são preventivos e rotineiros, são solicitados por diversos motivos, como por exemplo quando as tubulações são obstruídas por aporte indevido de resíduos sólidos. Segundo a Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento

Ambiental – ReCESA (2008), os objetos mais encontrados nessas situações são variados: cigarro, cotonete, fralda, fio dental, cabelos, absorvente, papel higiênico, preservativo, algodão, entre outros.

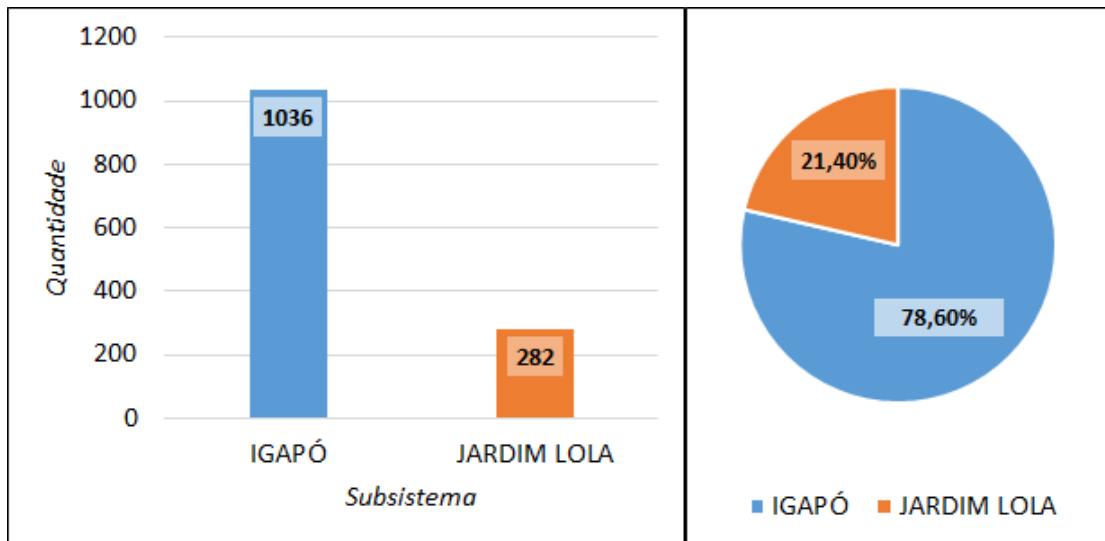
Esse chamado também pode ser feito quando acontece o entupimento por causa de incrustação devido à gordura lançada de forma indevida nas tubulações, principalmente porque em alguns lugares os imóveis não possuem sequer caixa de gordura. A pesquisa de Oliveira (2017) evidencia essa problemática, tendo constatado que 77% das residências entrevistadas não possuíam esse tipo de dispositivo.

É possível confirmar ainda, em termos quantitativos, a tendência da substituição do modelo condominial pelo modelo convencional, principalmente nas novas ligações do sistema, ao destacar, por exemplo, a quantidade de serviços de instalações de ramais para o primeiro tipo (29) e para o segundo tipo (146). Isso pode representar uma alternativa da Companhia à redução de custos de operação e manutenção do SES-GMN, uma vez que embora os custos de implementação sejam maiores para os sistemas convencionais, a garantia de retorno financeiro para a CAERN pode ser maior devido a tarifa de serviço (que é mais alta para o sistema convencional) e também existe a possibilidade de fazer o aproveitamento de parte da infraestrutura já existente.

5.2 Análise espacial

Os serviços de desobstrução de ramais condominiais do SES-GMN no período analisado estão predominantemente localizados no Subsistema de Igapó. Este sistema acumulou 1036 ocorrências, que totalizam 78,60% do total (1318), enquanto apenas 282 (21,40%) foram registrados no Subsistema de Jardim Lola, conforme ilustra a Figura 20.

Figura 20 - Desobstrução de ramais condominiais do SES-GMN por subsistema

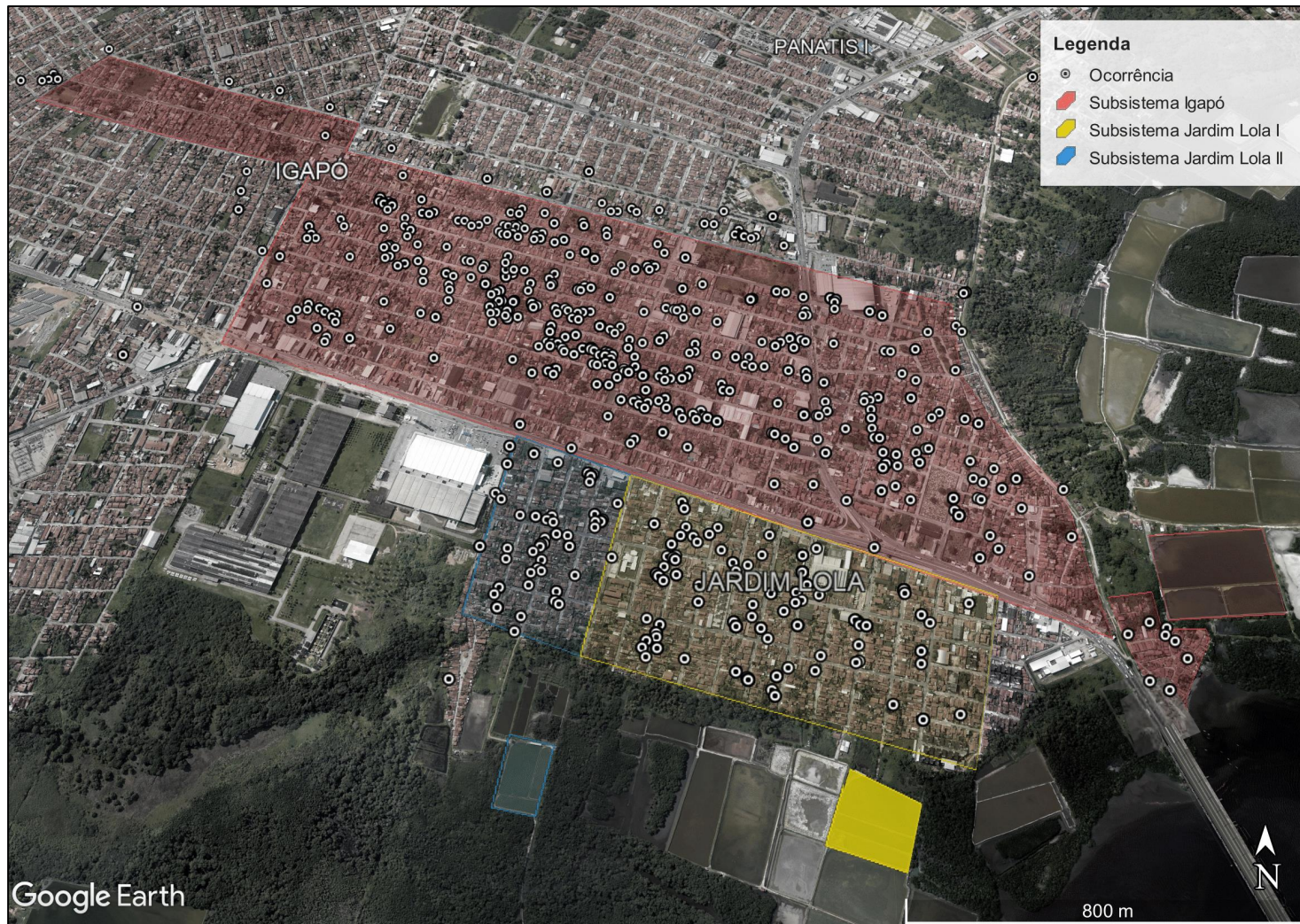


Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Os resultados obtidos estão de acordo com a caracterização da área de estudo mostrada anteriormente, na qual detalha um maior número de ligações condominiais no Subsistema de Igapó quando comparado ao de Jardim Lola. Como os dois subsistemas possuem características gerais semelhantes, principalmente no tocante a sua vida útil, a tendência constatada é de quanto maior o número de ligações condominiais, maior o número de solicitações de desobstruções de ramais.

Para a análise mais precisa das informações, as localizações das 1318 solicitações estudadas foram plotadas em imagens de satélite. As coordenadas geográficas desses serviços estão indicadas no mapa de ocorrências (Figura 21) e no mapa de calor (Figura 22).

Figura 21 - Mapa de ocorrência do serviço de desobstrução de ramais condominiais



Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Figura 22 - Mapa de calor do serviço de desobstrução de ramais condominiais



Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

De modo geral, a Figura 21 (mapa de ocorrências) mostra que esses serviços no período estudado se deram de forma bem distribuída na área de atendimento do SES-GMN.

Enquanto na Figura 22 (mapa de calor), as regiões de calor em tons de amarelo e laranja representam as áreas de maiores concentrações de solicitação de desobstrução de ramais condominiais e reafirma a constatação da figura anterior.

Dessa forma, analisando o mapa de calor, é possível perceber que há um grande setor central no Subsistema de Igapó com alta concentração de ocorrências, que, coincidentemente se localiza aos arredores dos locais que passam parte do emissário (traços em verde escuro) do SES-GMN, ou seja, são locais com cotas mais baixas do sistema.

Tal concentração, deve-se ao fato que essas regiões são as que mais sofrem com a sobrecarga da rede coletora. Ainda no Subsistema de Igapó, outra região de alta concentração de ocorrência, dessa vez menos significativa, é a indicada sob a Comunidade Beira-Rio (na parte inferior direta do mapa) que também é um lugar com baixa topografia.

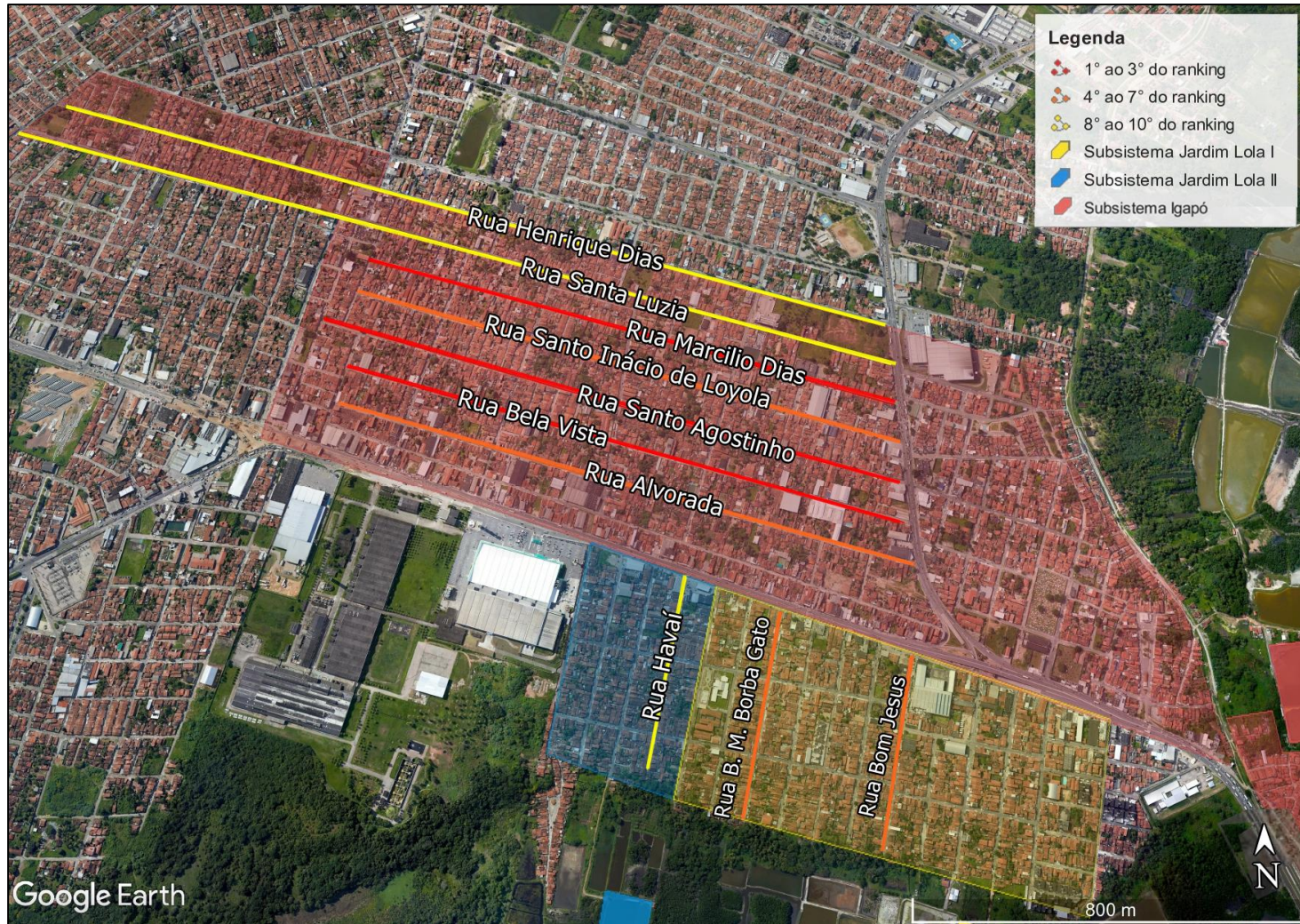
Essas e outras regiões com elevados números de ocorrência indicados pelo mapa de calor nos dois subsistemas são relatados a seguir. Para conseguir identificar as áreas e logradouros mais problemáticos do SES-GMN, os registros dos serviços de desobstrução de ramais condominiais foram divididos e agrupados conforme o endereço da solicitação. Ao total, os 1318 serviços foram registrados em 88 endereços distintos. A Tabela 6 e a Figura 23 mostram um ranking com os 10 endereços com maior número desse tipo de solicitação do SES-GMN:

Tabela 6 - Ranking de endereços que mais solicitam desobstruções de ramais condominiais

<i>Endereço</i>	<i>Bairro</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Porcentagem</i>
1° - Rua Bela Vista	Igapó	134	10,17%
2° - Rua Marcilio Dias	Igapó	113	8,57%
3° - Rua Santo Agostinho	Igapó	104	7,89%
4° - Rua Alvorada	Igapó	86	6,53%
5° - Rua Santo Inácio de Loyola	Igapó	78	5,92%
6° - Rua Bandeirante Manoel Borba Gato	Jardim Lola	57	4,32%
7° - Rua Bom Jesus	Jardim Lola	47	3,57%
8° - Rua Henrique Dias	Igapó	35	2,66%
9° - Rua Santa Luzia	Igapó	31	2,35%
10° - Rua Havaí	Jardim Lola	29	2,20%
	<i>Total</i>	<i>714</i>	<i>54,17%</i>
	<i>Total Geral</i>	<i>1318</i>	<i>100,00%</i>

Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Figura 23 - Ranking de endereços que mais solicitam desobstruções de ramais condominiais



Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

De acordo com a Tabela 6 verifica-se que as 10 vias selecionadas respondem por mais da metade das ocorrências de desobstrução de ramais condominiais no SES estudado.

Percebe-se que também há uma predominância do Subsistema de Igapó na seleção. Enquanto apenas 3 dos endereços estão localizados no Subsistema de Jardim Lola, 7 estão no de Igapó.

As ruas que passam parte do emissário do sistema possuem maiores números de ligações e clientes, além disso, são mais vulneráveis aos períodos de chuva por causa do possível retorno de água para as residências.

Dessa forma, conforme esperado, é possível visualizar elevados números de solicitações nessas ruas, no total, 5 das 10 listadas, sendo elas: Rua Alvorada, Rua Bela Vista, Rua Santa Luiza, Rua Santo Agostinho e Rua Santo Inácio de Loyola. A Figura 24 ilustra essa coincidência.

Figura 24 - Ruas do ranking que coincidem com o traçado do emissário do SES-GMN



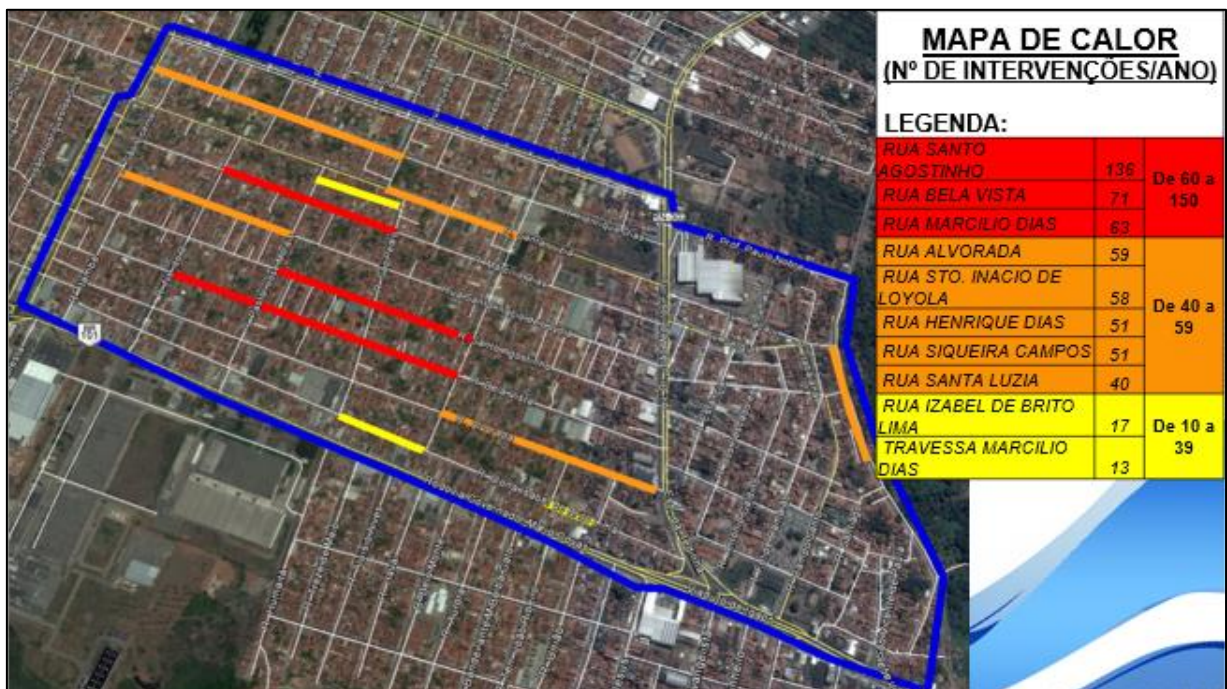
Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

É importante ressaltar que, durante o segundo semestre de 2019 ao primeiro semestre de 2020 algumas localidades do bairro de Igapó, como a região próxima a Rua Santa Luzia, passaram por readequação de sua infraestrutura, principalmente com obras do sistema de drenagem urbana (SILVA, 2021). Nesse período, o sistema de drenagem afetado acarretou em outro problema típico dos sistemas de esgotamento sanitário: o aporte clandestino de água de chuva.

Essa questão interfere na operação e manutenção do SES-GMN pois durante os períodos de chuva as solicitações de desobstruções tendem a aumentar, visto que em algumas ocasiões, seja por ligações clandestinas, seja por aberturas dos tampões dos poços de visita para aliviar as inundações nas ruas, o sistema de esgotamento sanitário pode ficar sobrecarregado e em casos mais críticos os efluentes chegam a retornar para as residências através das instalações hidrossanitárias, gerando confusão na população quanto ao tipo de problema enfrentado e notificando a Companhia, solicitando seus serviços.

A mesma análise espacial para o subsistema de Igapó foi feita pela UMEN, no período de 2016 a 2017. Nesse caso, os resultados encontrados estão dispostos na Figura 25 a seguir:

Figura 25 - Ranking de endereços que mais solicitam desobstruções de ramais condominiais (2016 a 2017)



Fonte: CAERN (2018)

Ao comparar com os resultados atuais, percebe-se as seguintes constatações:

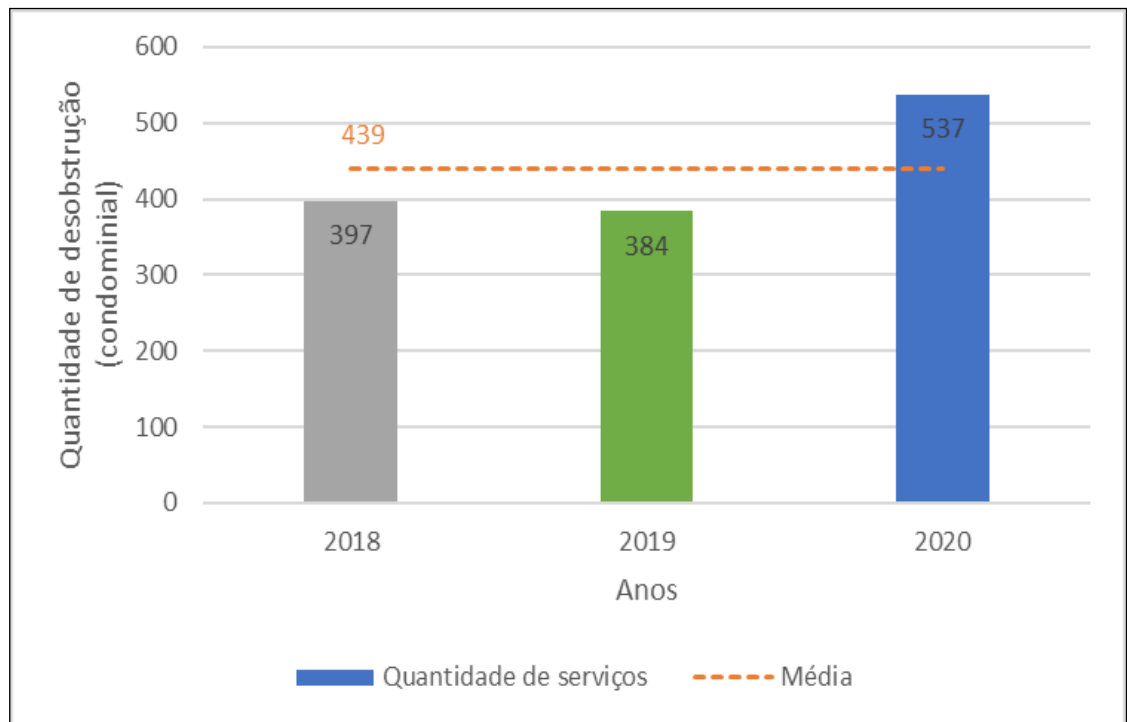
- As ruas Alvorada e Santo Inácio de Loyola permaneceram na mesma posição;
- As ruas Santo Agostinho (do 1° ao 3° lugar), Henrique Dias (do 6° ao 8° lugar) e Rua Santa Luzia (do 8° ao 9° lugar) decaíram no ranking (ou seja, tiveram menos casos de obstrução de ramais condominiais);
- As ruas Bela Vista (2° a 1° lugar) e Marcílio Dias (3° ao 2° lugar) subiram na colocação (ou seja, aumentaram o número de solicitações de desobstrução de ramais condominiais);
- As ruas Siqueira Campo, Izabel de Brito Lima e Travessa Marcílio Dias deram lugar a endereços do Subsistema Jardim Lola: Rua Bandeirante Manoal Borba Gato, Rua Bom Jesus e Rua Havaí.

Por fim, destaca-se a importância do estudo feito pela UMEN em 2017 que serviu como norte para intervenções preventivas de melhoria no SES-GMN. Por isso, é possível visualizar que alguns logradouros melhoraram em relação a essa problemática a partir de 2018, com o aumento de manutenções preventivas. Da mesma forma, espera-se que o atual estudo também sirva como referência para ações futuras da Companhia para melhoria do sistema estudado.

5.3 Análise temporal

O comportamento anual da quantidade de serviços de desobstrução de ramais de esgoto condominial no período analisado está ilustrado na Figura 26:

Figura 26 - Comparação quantitativa de desobstrução de ramais condominiais do SES-GMN no período de 2018 a 2020



Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

De 2018 a 2020, a média de solicitações de desobstrução de ramais condominiais é de 439. Percebe-se ainda, um pequeno decréscimo dos registros do ano de 2018 (397) ao ano de 2019 (384), porém a quantidade desses serviços aumentou significativamente de 2019 a 2020 (acréscimo de quase 40%), atingindo o auge de ocorrências no último ano do período estudado (537).

É importante lembrar que 2018 foi um ano de mudanças significativas no SES-GMN e foi marcado pelo aumento de intervenções preventivas após o estudo da UMEN realizado em 2017. Por sua vez, 2020 foi um ano atípico na história mundial. Esse ano foi marcado pela pandemia causada pelo surto de COVID-19, doença infecciosa causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2). O primeiro registro da doença no Rio Grande do Norte data dia 12 de março de 2020 e desde então medidas de restrições preventivas foram adotadas, como o isolamento social que aumentou consideravelmente o tempo de permanência da população em suas residências (JÁCOME, 2021 apud SILVA, 2021).

O aumento do número de pessoas e da permanência delas em suas casas demanda um maior consumo de água, principalmente para o mantimento da higiene pessoal e por causa das

recomendações sanitárias. Conforme mostra o estudo de Silva Filho (2021), no qual relata um aumento no consumo de água residencial no período citado em Natal, capital potiguar. Conseqüentemente, quanto maior o consumo de água, maior a geração de efluentes, o que pode ter influenciado para o aumento significativo de solicitações no ano de 2020.

A fim de identificar possíveis padrões temporais de obstruções nos ramais de esgoto condominial no período estudado, a dinâmica da variação do histórico de abertura dos serviços de desobstrução foi analisada primeiramente de maneira individual (por ano) e depois de forma geral (pelo período).

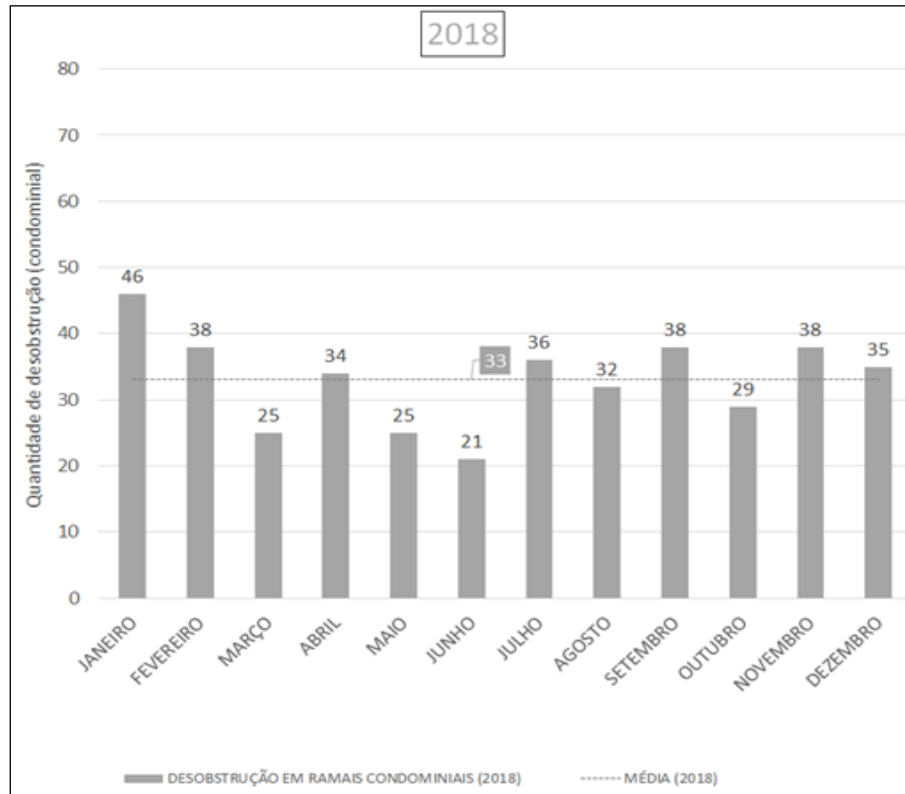
Dessa forma, os dados analisados de 2018 estão resumidos na Tabela 7 e ilustrados na Figura 27 a seguir.

Tabela 7- Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2018

<i>Mês</i>	<i>Quantidade mensal</i>	<i>Quantidade trimestral</i>
Janeiro	46	109
Fevereiro	38	
Março	25	
Abril	34	80
Maio	25	
Junho	21	
Julho	36	106
Agosto	32	
Setembro	38	
Outubro	29	102
Novembro	38	
Dezembro	35	
Média anual		33
Total anual		397

Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Figura 27 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2018



Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

A partir da análise da Tabela 7 e da Figuras 27 percebe-se, por exemplo, que no ano de 2018 os 397 registros implicaram em uma média mensal de 33 desobstruções em ramais condominiais. Neste ano, 7 meses (janeiro, fevereiro, abril, julho, setembro, novembro e dezembro) ficaram acima da média de solicitação, e os outros 5 (março, maio, junho, agosto e outubro) ficaram abaixo do marco. O pico mensal de solicitações aconteceu em janeiro (46 ocorrências), e coincidentemente o pico trimestral (109 registros) ocorreu no primeiro trimestre do ano (janeiro, fevereiro e março), embora não seja visível grande diferença em relação aos demais trimestres.

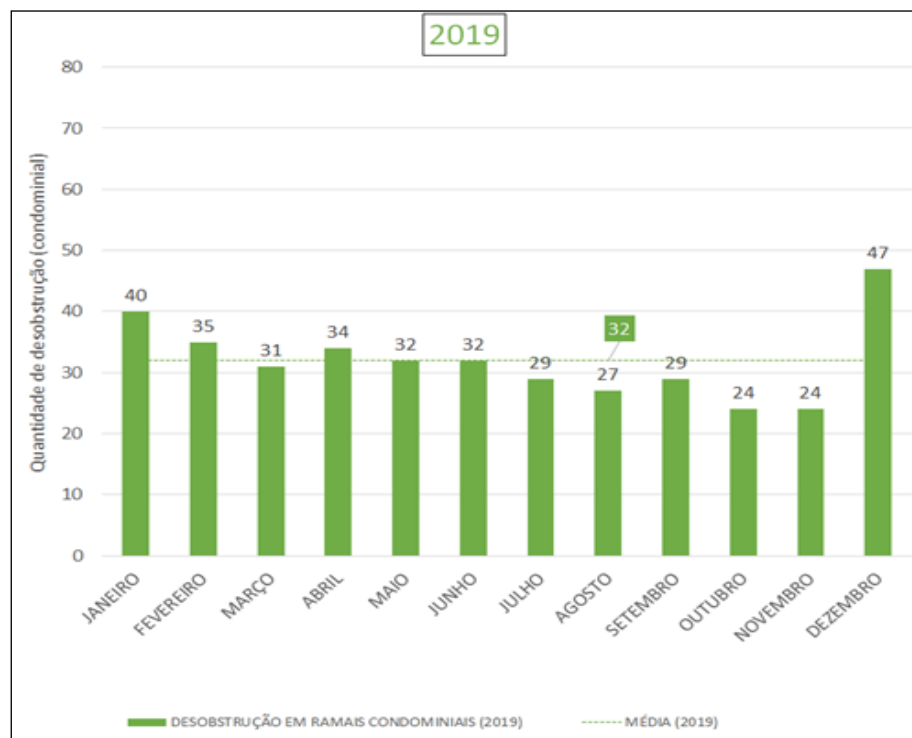
Por sua vez, os dados analisados de 2019 estão resumidos na Tabela 8 e ilustrados na Figura 28 a seguir.

Tabela 8 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2019

Mês	Quantidade mensal	Quantidade trimestral
Janeiro	40	106
Fevereiro	35	
Março	31	
Abril	34	98
Maior	32	
Junho	32	
Julho	29	85
Agosto	27	
Setembro	29	
Outubro	24	95
Novembro	24	
Dezembro	47	
Média anual		32
Total anual		384

Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Figura 28 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2019



Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Em relação ao ano de 2019, que teve uma média de 32 solicitações para desobstrução em ramais condominiais, apenas 4 meses (janeiro, fevereiro, abril e dezembro) superaram o valor a médio enquanto 2 meses atingiram a marca (maio e junho). Os demais meses do ano (março, julho, agosto, setembro, outubro e novembro) registraram número de solicitações abaixo da média anual. O mês de dezembro atingiu o pico de solicitação anual (47 registros, 1 a mais do que o de 2018), entretanto o pico trimestral (106 ocorrências) aconteceu nos primeiros 3 meses do ano (janeiro, fevereiro e março). Vale ressaltar que a diferença entre a quantidade de serviço relatadas nos demais trimestres do ano não se distanciam muito da encontrada para o trimestre crítico.

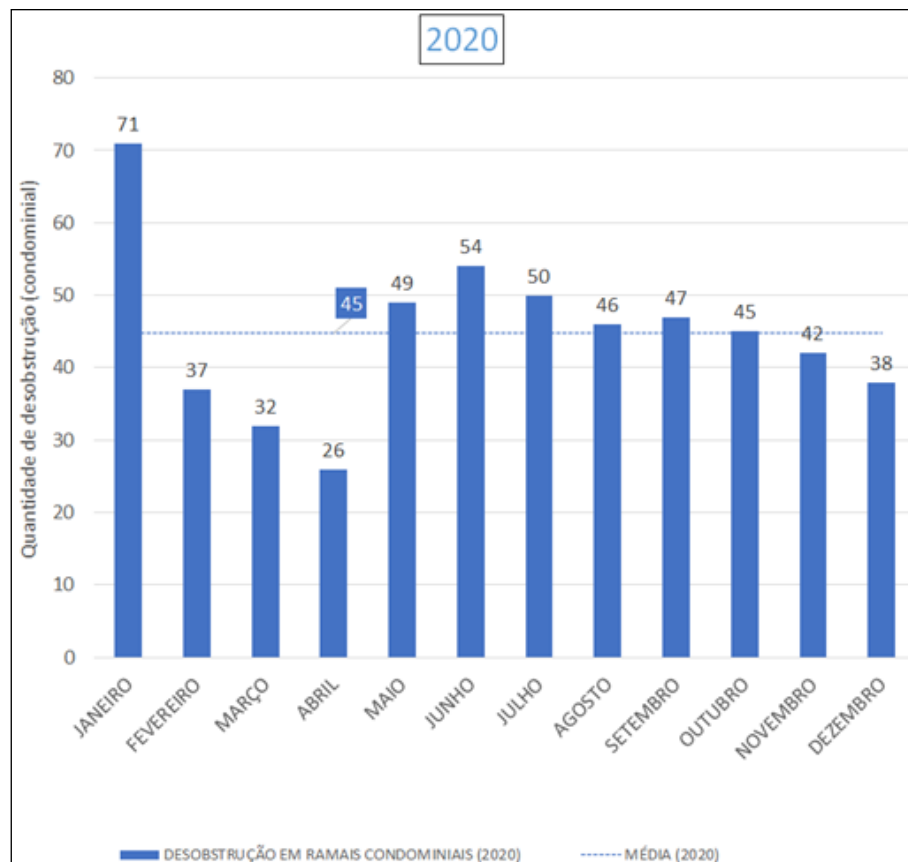
Por fim, os dados analisados de 2020 estão resumidos na Tabela 9 e ilustrados na Figura 29 a seguir.

Tabela 9 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2020

Mês	Quantidade mensal	Quantidade trimestral
Janeiro	71	140
Fevereiro	37	
Março	32	
Abril	26	129
Maio	49	
Junho	54	
Julho	50	143
Agosto	46	
Setembro	47	
Outubro	45	125
Novembro	42	
Dezembro	38	
Média anual		45
Total anual		537

Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

Figura 29 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais em 2020



Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

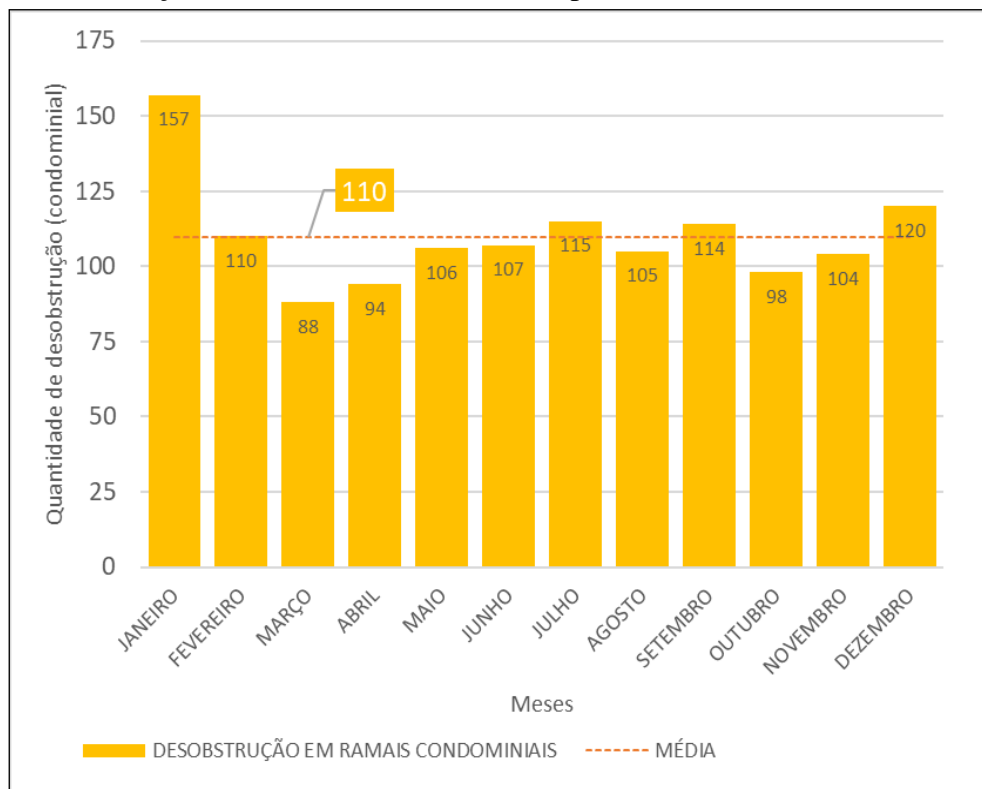
Já em 2020 foram registrados 537 serviços de desobstrução de ramais condominiais com média mensal igual a 45 solicitações. Os meses de janeiro, maio, junho, julho, agosto e setembro (6 meses no total) tiveram solicitações acima do valor médio, enquanto os meses de fevereiro, março, abril, novembro e dezembro (5 meses) ficaram abaixo da marca e coincidentemente outubro marcou 45. O pico mensal de registros aconteceu em janeiro (75 ocorrências), enquanto o pico trimestral (143 registros) foi atingido nos meses de julho, agosto e setembro (3º trimestre), apenas com 3 registros a mais do que o primeiro trimestre do ano (140 registros).

A pesquisa de Oliveira (2017) mostrou que 59% dos entrevistados do sistema similar ao SES-GMN alegaram não ter o conhecimento de que não podia ligar a água de chuva no sistema de esgoto. Além disso, em 61% dos imóveis observados constatou-se a presença de ligação irregular de água de chuva no sistema de esgoto. Então, a expectativa era que os picos de maiores ocorrências do sistema acontecessem nos meses chuvosos da área de abrangência do estudo (abril, maio, junho e julho).

Entretanto, contrariando as expectativas iniciais, a análise temporal proposta neste trabalho não identificou interferências significativas do período de chuvas nos picos de demanda de solicitações no sistema. Por sua vez, os resultados obtidos nessa análise no período estudado mostraram que, na verdade, os números máximos de registros mensal do serviço de desobstrução de ramais condominiais no SES-GMN aconteceram nos meses de janeiro, com exceção de 2019, que aconteceu em dezembro, ambos meses de baixa precipitação mensal. Em relação ao pico trimestral, em 2 anos (2018 e 2019) dos 3 estudados no período, aconteceu nos 1º trimestres (janeiro, fevereiro e março). No ano de 2020, apenas 3 registros separam o trimestre crítico (3º trimestre) dos 3 primeiros meses do ano, o que demonstra neste ano também que o 1º trimestre foi um período de grande demanda para a manutenção do sistema.

De forma geral, apesar das coincidências temporais, ao visualizar a dinâmica da variação do histórico de abertura desses serviços na Figura 30 a seguir, percebe-se que, na verdade, as solicitações ocorreram de forma bem distribuídas durante os meses, sem grandes variações mensais, com exceção dos meses de janeiro, quando acontece os picos de solicitações no período. Nos 3 anos, a média de serviços desse tipo é igual a 110.

Figura 30 - Resumo da variação temporal de aberturas dos serviços de desobstrução em ramais condominiais no período (2018 a 2020)



Fonte: Adaptado de CAERN (2021)

6 CONCLUSÕES

Este trabalho logrou êxito em seu objetivo precípua, que era analisar a realidade do SES-GMN através da análise quantitativa, espacial e temporal de dados dos seus serviços de operação e manutenção.

A primeira análise, a quantitativa, permitiu descobrir a frequência dos serviços de operação e manutenção do SES-GMN, tendo sido constatado o seguinte:

- O sistema condominial é responsável pela grande parte dos serviços de operação e manutenção, o que já era esperado, uma vez que esse é o tipo predominante de ligações cadastradas. Ademais, a porcentagem de serviços registrados por tipo de sistema é proporcional e quase igual a porcentagem de ligações.
- De forma geral, tanto no sistema condominial quanto no convencional, os serviços com maiores número de ocorrências são os de desobstrução (tanto de ramais quanto de rede).
 - De certa forma, isso coloca em evidência o problema estrutural de falta de educação sanitária da população que é atendida por ambos os modelos de ligação (condominial e convencional), ou seja, de maneira geral, do público-alvo de projetos de saneamento básico.
- O número de serviços de instalações de ramais mostra uma tendência da substituição das ligações condominiais do sistema pelas convencionais.
- O entupimento de ramais condominiais é o principal problema do sistema. Somente o serviço de desobstrução nesses ramais representa mais da metade das demandas de serviço da UMEN, embora a teoria mostre que a responsabilidade desse serviço é do cliente da Companhia.
 - Essa constatação mostra que a reatribuição pode ser resultada por diversos motivos, como o desconhecimento do próprio sistema e suas regras e o longo período de funcionamento sem ações capacitativas e educativas periódicas para os usuários desse sistema, o qual teve sua operação iniciada há mais de 30 anos.
 - Também exemplifica a problemática dos elevados custos financeiros dos serviços de operação e manutenção de sistemas condominiais, como um geral, já estudado por outros autores.

- Isso mostra uma oportunidade de alternativa às soluções estruturais (mais caras) do sistema, a partir de um planejamento periódico de ações que aproximem a população alvo da Companhia (que demandam tempo de retorno), com atuação mais participativa e de teor mais informativo e educacional, por exemplo. A alternativa pode ser ensaiada a partir de um projeto piloto com alguma das ruas mais problemáticas do sistema e pode contar com parcerias para o planejamento, execução e avaliação.

Por sua vez, a análise espacial permitiu identificar como as ocorrências de desobstrução de ramais condominiais se distribuíam na área do SES-GMN e a partir disso foi possível concluir que:

- A grande maioria das ocorrências se concentraram no Subsistema de Igapó, mostrando que o valor encontrado está diretamente proporcional ao número de ligações condominiais do sistema;
- De forma geral, as ocorrências se deram de forma bem distribuídas e as áreas de maiores concentrações coincidem com os locais mais baixos do sistema, nas quais a rede coletora tende a se sobrecarregar.
- Alguns dos endereços mais problemáticos dos sistemas já tinham sido elencados em outro estudo da CAERN similar ao deste trabalho e com isso foram alvos de intervenções, performando resultados mais favoráveis atualmente.

Enquanto a análise temporal mostrou que, apesar das coincidências temporais (o período crítico do sistema acontecendo nos primeiros trimestres), a distribuição temporal e variação das solicitações de serviços no período estudado aconteceram de forma bem distribuída, sem grandes picos de solicitações no período chuvoso, conforme esperado e relatado em outras pesquisas e experiências em campo.

Em suma, os resultados do presente trabalho ilustram as adversidades da operação e manutenção de sistemas de esgotamento sanitário e diante do exposto, o estudo se mostra relevante pois pode contribuir para a prestadora de serviço como uma referência para traçar medidas e intervenções futuras no SES-GMN, sejam elas estruturais ou não. Portanto, sugere-se o aprimoramento do banco de dados dos serviços para tornar a realização de estudos como esses periódicos, diminuindo o número de erros no cadastro da solicitação pelos canais de atendimento ou ainda coletando as informações dos serviços realizados em campo de forma mais precisa (como o real serviço executado e as suas causas, no caso das desobstruções).

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986.

ALVES, Kayonara Patrícia de Oliveira. **Estudo do comportamento da precipitação na cidade do Natal/RN do período de 1984 à 2010**. In: Semana de Humanidades, XIX, 2011, Natal: CCHLA - Centro de Ciências Humanas Letras e Artes da UFRN, 2010.

ARRUDA, Jiullia S. S. **Manutenção do sistema de esgoto condominial: avaliação da sustentabilidade técnico-econômica**. Artigo. UFRN. Natal, 2018.

ARSBAN, Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Município de Natal. Resolução nº 001/2021, de 18 de agosto de 2021. **Homologa o resultado da Revisão Tarifária Ordinária de 2021, referente aos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no âmbito do Município do Natal e dá outras providências**. Natal, 2021. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=419357>. Acesso em: 06 dez. 2021.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Brasília, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em: 29 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico SNIS 2019**. Brasília, 2019. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto. Acesso em: 28 jul. 2021.

CAERN, Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. **Plano de Contingência e Emergência – Natal: Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**. Natal, 2017.

CAERN, Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. **Caracterização e avaliação dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário da Zona Norte de Natal/RN**. Natal, 2018.

CAERN, Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. **Relatório de economias dos imóveis que, nos meses de referência, contribuíram para o faturamento de esgoto de 2018 a 2020**. Natal, 2020.

CAERN, Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. **Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento (GSAN)**, Natal, 2021.

COSTA, Beatriz V. **Sistema de Esgotamento Sanitário – Estudo de Caso: Treviso/SC**. Monografia, UFSC, Florianópolis, 2013.

FERREIRA, Clarisse W. S. **Avaliação dos Aspectos Técnicos e Operacionais do Sistema Condominial da Mangueira**. Dissertação, UFPB, Recife, 2003.

FUNCERN, Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte. **Resumo do diagnóstico do processo de revisão do plano diretor de São Gonçalo do Amarante**. São Gonçalo do Amarante: 2020a.

FUNCERN, Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte. **Revisão do plano diretor participativo de São Gonçalo do Amarante: Diagnóstico Integrado**. São Gonçalo do Amarante: 2020b.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão Regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas**. Rio de Janeiro: Departamento de Documentação e Biblioteca, IBGE, 1990. 2 v.

LOBO, Luiz. **Saneamento básico: em busca da universalização**. Brasília: Ed. Do Autor, 2003.

MELO, José Carlos. **Sistema Condominial: uma resposta ao desafio da universalização do saneamento**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2008.

MORAES, L. R. S. *et al.* **Avaliação do Uso e Funcionamento do Sistema Condominial de Esgotos em Área Periurbana de Salvador – Brasil**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES. 2000.

MORAIS, Tamms M. C. **Espaços de pobreza e mobilidade urbana: Os deslocamentos da população de baixa renda em Natal/RN**. Dissertação, UFRN, Natal, 2010.

MOTTA, Adauto G. **O clima de Natal**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, 2004.

OLIVEIRA, Luan R. R. de. **Análise dos custos de manutenção e operação do sistema de esgotamento sanitário do tipo condominial do bairro de Santos Reis, Natal-RN**. Artigo. UFRN. Natal, 2017.

PAFFRATH, Silvia F. **Utilização do sistema condominial como alternativa de esgotamento: histórico, fundamentos e comparação com um sistema convencional**. Monografia, UTFPR, Curitiba, 2013.

PEREIRA, J.A.R; SOARES, J.M. **Rede coletora de esgoto sanitário: projeto, construção e operação**. Belém: NUMA/UFPA; EDUFPA, 2006.

RECESA, Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Esgotamento Sanitário: operação e manutenção de redes coletoras de esgoto**. Brasília: Ministérios das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2008.

SANTIAGO, Aníbal da F. **Sistema Condominial de coleta de esgoto e tratamento em decantador digestor seguidos de alagados construídos. Estudo de caso: Município de Nova Redenção-BA.** Monografia, EESC, São Carlos, 2008.

SÃO GONÇALO DO AMARANTE. **Lei Municipal N° 1.257, de 29 de março de 2011.** Dispõe sobre a criação de bairro Jardim Lola no município de São Gonçalo do Amarante e dá outras providências. Disponível em: <https://saogoncalo.rn.gov.br/wp-content/uploads/2017/08/LEI-N%C2%BA-1.257-11-Bairro-de-Jardim-Lola.pdf>. Acesso em: 19 de dezembro de 2021.

SEMURB, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Conheça melhor seu bairro: Região Administrativa Norte.** Natal: Prefeitura Municipal de Natal, 2017. 1 v.

SEMURB, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Anuário Natal 2021.** Natal: Prefeitura Municipal de Natal, 2021.

SILVA FILHO, M. A. **Impacto da pandemia de covid-19 no perfil de consumo de água em Natal/RN.** Artigo. UFRN, Natal, 2021.

SILVA, Paulo M. R. da. **Análise das ocorrências de vazamentos na rede de distribuição de água do Subsistema Norte de Natal.** Monografia. UFRN. Natal, 2021.

TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário.** São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.