



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUCAS SOUSA NOGUEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DE REDE
CONDOMINIAL NAS QUADRAS SEM ATENDIMENTO COM COLETA DE
ESGOTOS NO BAIRRO AURENY IV EM PALMAS - TO**

Palmas – TO
2021

LUCAS SOUSA NOGUEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DA REDE
CONDOMINIAL NAS QUADRAS SEM ATENDIMENTO COM COLETA DE
ESGOTOS NO BAIRRO AURENY IV EM PALMAS - TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Tocantins – Campus
Universitário de Palmas para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil sob a
orientação da Prof. (a) Tatiana Ferreira
Wanderley Alves.

Orientador(a): Msc. Tatiana Ferreira
Wanderley Alves.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Percentual de atendimento por município no Brasil com coleta de esgoto	20
Figura 2 - Planta Baixa da Implantação do Sistema Convencional.....	24
Figura 3 - Ligação Predial do Sistema Condominial.....	25
Figura 4 - Ramal Condominial	25
Figura 5 - Caixa de Inspeção Interna e Externa do Sistema Condominial	26
Figura 6 - Disposição da Rede Condominial.....	26
Figura 7 - Estação Elevatória de Esgoto Bruta.....	27
Figura 8 - Hidrojateamento em rede coletora de esgoto.....	34
Figura 9 - Uso de limpa-fossa em atividade preventiva em uma estação elevatória de esgoto.....	35
Figura 10 - Uso do bloqueador de rede	36
Figura 11 - Uso da câmera de inspeção	37
Figura 12 - Localização de Palmas no Estado do Tocantins	38
Figura 13 - População Absoluta da Região Sul de Palmas.....	40
Figura 14 - Rede de esgotamento sanitário do Aurenny IV	42
Figura 15 - Sub-bacias da região Sul de Palmas	43
Figura 16 - Sub-bacias existentes na área do presente estudo	45
Figura 17 - Localização das Estações Elevatórias de Esgoto da área de estudo	47
Figura 18 – Mapa de localização das Estações de Tratamento de Esgoto.....	48
Figura 19 - Área de Estudo do Presente Trabalho.....	50
Figura 20 - Rede coletora de esgotamento sanitário na região do objeto de estudo....	55
Figura 21 - Mapa planialtimétrico do Aurenny IV	56
Figura 22 - Mapa Planialtimétrico das quadras 01 a 4 e 09 a 12 do Aurenny IV	57
Figura 23 - Solução individual adotada pela população residente na área de estudo..	58
Figura 24 - Pontos de Interligação da área de estudo	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens entre o sistema condominial e convencional ...	28
Tabela 2 - Quantidade de redes e ligações ativas de água e esgoto por sub-bacias.....	43
Tabela 3 - Materiais para a extensão da rede condominial.....	61
Tabela 4 - Materiais para a execução das ligações de esgoto.....	62
Tabela 5 - Planilha de Dimensionamento Hidráulico.....	70


LUCAS SOUSA NOGUEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DA REDE
CONDOMINIAL NAS QUADRAS SEM ATENDIMENTO COM COLETA DE
ESGOTOS NO BAIRRO AURENY IV EM PALMAS – TO**

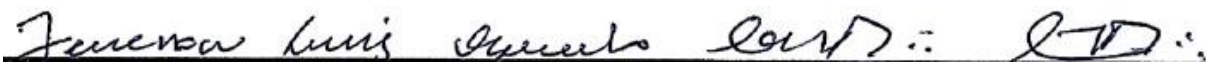
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Tocantins – Campus
Universitário de Palmas para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil sob a
orientação da Prof. (a) Tatiana Ferreira
Wanderley Alves e aprovado em sua forma
final pelo Orientador e Banca Examinadora.

Data de Aprovação: 23/04/2021

Banca Examinadora:



Prof. Msc. Tatiana Ferreira Wanderley Alves – UFT



Prof. Msc. Jeverson Luiz Azevedo Carlos – EMSA



Prof. Msc. Sebastião Noleto Júnior – FACTO

Palmas, 2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração desse trabalho e, em especial:

À minha família: Dalti Ferreira de Sousa, Layelle de Souza Brito, Djane Souza de Araújo, Lucidalva Ferreira de Sousa, Francisca Maria da Conceição Neta Martins, Lucilene Ferreira de Sousa, Waldir Mario Ferreira de Sousa, Djandira Carneiro da Silva, Luis Ferreira de Sousa, Cassio Martins Costa, Ricardo Martins Costa, Renato Martins Costa, Diná Pimentel, Marcelo Burin e Kleyton Gomes Nogueira.

Aos meus amigos que me acompanharam nessa jornada: Geovany Braga Soares, Paulo Victor Nascimento de Souza Alencar, Carolyne Ribeiro Gomes Dias, Maria Angélica Melo Rodrigues, Paulo Henrique Bucar Veras, João Marcos Guimarães Viroli, Giovanna Santos Vieira, Távila Gabrieli Teixeira Silva, Mikaelly Cristina, Guilherme Rosal de Paiva, Amanda Vieira Silva, Beatriz Santos Neri, Eduardo Henrique Moreira Mota, Cícero Matheus Lacerda Silva, Fellipe Matheus Guimarães Mota, Filipe Pereira Campos Chaves, Bruno Ferronato, Gabriel Martins Barros, Nara Regina Milhomem Silva, Heloisa Tavares Silva, Wemerson de Oliveira Sousa, Vilmar Pereira da Silva Júnior e Roberto Borges de Oliveira Filho.

A minha mestra e orientadora Tatiana Ferreira Wanderley Alves pela paciência e grandes ensinamentos.

Enfim, aos colegas de universidade e trabalho: Vilberto Moreira Guimarães, Joanielson Lopes da Luz, Francisco de Assis Sousa Cunha, Kaio Marcelo Aires Silva, Orlando Venâncio Gonçalves Júnior, Daniel Maia Bezerra, Juvenil Castro Sousa Silva, Thiago Soares Pereira, Wallas Lima da Silva, Joseli Pereira Cândido, Paulo Nunes Bisneto, Jessica de Oliveira Barbosa, Vilson Moreira Guimarães, Juliana da Silva Ribeiro, Lucas Damaceno Pereira e Silva, Beatriz Thayna Pereira Fernandes, Nathália Santos Costa, Amanda Correa Batista, Carllosman Júnior, Christian Matias, Vinicius Pereira, Eroilton Alves, Lorrany Ventura, Lucas Teixeira e aos meus colegas de LiATI, CONSTRUFT e BRK Ambiental.

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- N778e Nogueira, Lucas Sousa .
Estudo de Viabilidade Técnica para Implantação da Rede Condominial nas
Quadras sem Atendimento com Coleta de Esgotos no bairro Aurenny IV em
Palmas – TO. / Lucas Sousa Nogueira . – Palmas, TO, 2021.
77 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Civil, 2021.
Orientadora : Tatiana Ferreira Wanderley Alves
1. Sistema de Esgotamento Sanitário. . 2. Viabilidade Técnica. 3. Operação
e Manutenção. 4. Rede condominial de esgoto. I. Título

CDD 624

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

RESUMO

Os temas de saúde pública e de saneamento básico apresentam uma grande relação entre si, pois um depende do desenvolvimento do outro para que consigam atender todas as necessidades da sociedade a qual está inserida. É notória que a realidade do Brasil em relação ao saneamento básico, especialmente ao esgotamento sanitário é insatisfatória, pois segundo dados do SNIS apenas 52,36% da população brasileira têm acesso à coleta convencional de esgoto revelando a necessidade de universalização do saneamento, logo o objetivo do presente trabalho é realizar uma análise de viabilidade técnica para a implantação do sistema condominial de esgoto em quadras não atendidas pelo sistema convencional no bairro Aurenly IV em Palmas – TO. A metodologia desenvolvida foi a partir da identificação de pontos críticos de execução e futura operação do sistema com a própria população local, ponto de interligação do sistema existente ao proposto, identificação das residências que apresentam soleira negativa e desenvolvimento e elaboração do traçado do projeto básico do sistema condominial. Foram identificadas que as casas localizadas na área de estudo apresentam soleira negativa, logo o traçado da rede condominial foi elaborado no interior dos lotes, respeitando todas as características técnicas de projeto como conformação do terreno e profundidade como também foi escolhido os melhores pontos de interligação que são nos PVs 67-B e 30-A. Contudo, há certas intempéries técnicas como a dificuldade de execução da rede devido à inviabilidade de tráfego de máquinas pesadas e o local do estudo já está totalmente habitado. Conclui-se que a rede condominial é viável para o atendimento à população do presente trabalho, porém ressalta a importância do Poder Concedente, da Concessionária de Água e Esgoto e a população local em relação à execução da rede e operação do sistema para que um dos objetivos do saneamento no Brasil seja cumprido que é a sua universalização.

Palavras-Chave: Rede condominial de esgoto. Viabilidade Técnica. Sistema de Esgotamento Sanitário. Projeto Básico. Operação e Manutenção.

ABSTRACT

The themes of public health and basic sanitation have a great relationship with each other, as one depends on the development of the other so that they are able to meet all the needs of the society in which it is inserted. It is well known that the reality of Brazil in relation to basic sanitation, especially sanitary sewage, is unsatisfactory, as according to SNIS data, only 52.36% of the Brazilian population has access to conventional sewage collection, revealing the need for universal sanitation, so the objective of the present work is to carry out a technical feasibility analysis for the implementation of the condominium sewage system in blocks not served by the conventional system in the Aurenly IV neighborhood in Palmas - TO. The methodology developed was based on the identification of the necessary points of execution and future operation of the system with the local population itself, the point of interconnection of the existing system to the one proposed, identification of the residences that present the negative threshold and development and development of the basic project layout of the condominium system. It was identified that the necessary houses in the study area have a negative threshold, so the layout of the condominium network was elaborated inside the lots, respecting all the technical characteristics of the project, such as the conformation of the land and depth, as well as the best interconnection points that were obtained. are in visiting wells 67-B and 30-A. However, there are certain technical storms such as difficulty in implementing the network due to the infeasibility of heavy machinery traffic and the study site is already fully populated. It is concluded that a condominium network is feasible to serve the population of the present work, however it emphasizes the importance of the Granting Authority, the Water and Sewage Concessionaire and the local population in relation to the execution of the network and operation of the system so that one of the objectives of sanitation in Brazil is fulfilled, which is its universalization.

Keyword: Condominium sewage network. Technical viability. Sanitary Sewage System. Basic project. Operation and maintenance..

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	16
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	16
1.2	JUSTIFICATIVA	17
2	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	18
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL	18
2.1.1	<i>Números da coleta e tratamento do esgoto no Brasil</i>	18
2.1.2	<i>Principais impactos da disposição inadequada de esgoto no Brasil</i>	21
2.2	CONCEITOS BÁSICOS SOBRE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	23
2.2.1	<i>Sistema Convencional de Esgotamento Sanitário</i>	23
2.2.2	<i>Sistema condominial de Esgoto</i>	24
2.2.3	<i>Estação Elevatória de Esgoto de Pequeno Porte</i>	26
2.2.4	<i>Rede de esgoto à vácuo</i>	27
2.2.5	<i>Esgoto estático</i>	28
2.2.6	<i>Comparativo entre o Sistema Condominial e Convencional</i>	28
2.3	CRITÉRIOS E PARÂMETROS DO PROJETO NO SISTEMA CONDOMINIAL DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	28
2.3.1	<i>Vazão a ser transportada</i>	29
2.3.2	<i>Vazão Mínima</i>	29
2.3.3	<i>Diâmetro Mínimo</i>	30
2.3.4	<i>Diâmetro Calculado</i>	30
2.3.5	<i>Declividade Mínima</i>	30

2.3.6	<i>Taxa de Contribuição Linear Inicial e Final</i>	31
2.3.7	<i>Tensão Trativa Média</i>	31
2.3.8	<i>Lâmina Máxima Molhada (y/d)</i>	32
2.3.9	<i>Recobrimento</i>	32
2.3.10	<i>Materiais</i>	32
2.4	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO 33	
2.4.1	<i>Hidrojateamento</i>	33
2.4.2	<i>Limpa- Fossa</i>	34
2.4.3	<i>Bloqueador de Rede</i>	35
2.4.4	<i>Câmera de inspeção ou Câmera Catéter</i>	36
2.4.5	<i>Equipamento de identificação de obstrução por ondas sonoras</i>	37
3	METODOLOGIA	38
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	38
3.1.1	<i>Rede Coletora e Ligações</i>	41
3.1.2	<i>Estações elevatórias de esgoto</i>	45
3.1.3	<i>Estação de Tratamento de Esgoto</i>	47
3.2	LEVANTAMENTO DAS RESIDÊNCIAS NÃO ATENDIDAS COM COLETA DE ESGOTOS NO BAIRRO AURENY IV	49
3.3	ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DO SISTEMA CONDOMINIAL DE COLETA DE ESGOTOS DAS ÁREAS NÃO ATENDIDAS	51
3.3.1	<i>Vazão domiciliar</i>	52
3.3.2	<i>Taxa de contribuição linear</i>	52
3.3.3	<i>Cotas da geratriz superior do coletor a montante e a jusante</i>	53
3.4	COMPATIBILIZAÇÃO DO PROJETO ÀS INTEMPÉRIES OPERACIONAIS EXISTENTES	53

3.5 IDENTIFICAR A MELHOR FORMA DE INTERLIGAÇÃO DO SISTEMA CONDOMINIAL AO SISTEMA COLETIVO JÁ IMPLANTADO NA ÁREA DE ESTUDO	53
3.6 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA CONDOMINIAL PROPOSTO.....	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA ONDE AS RESIDÊNCIAS COM SOLEIRAS NEGATIVAS NÃO SÃO ATENDIDAS PELO SISTEMA CONVENCIONAL NO BAIRRO AURENY IV	55
4.2 IDENTIFICAÇÃO DA MELHOR FORMA DE INTERLIGAÇÃO DO SISTEMA CONDOMINIAL AO SISTEMA COLETIVO JÁ IMPLANTADO NA ÁREA DE ESTUDO	58
4.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO CONDOMINIAL PARA O ATENDIMENTO COM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	60
4.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS PARA OPERAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA CONDOMINIAL PROPOSTO	62
4.4.1 <i>Problemas Identificados</i>	62
4.4.2 <i>Execução da rede condominial de esgoto</i>	62
4.4.3 <i>Operação e Manutenção do Sistema</i>	63
5 CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXO I - Relatório FOTOGRÁFICO	69
ANEXO II – Planilha de Dimensionamento.....	70

1 INTRODUÇÃO

Os temas de saúde pública e de saneamento básico apresentam uma grande relação entre si, pois um depende do desenvolvimento do outro para que consigam atender todas as necessidades da sociedade a qual está inserida.

A Constituição da República Federativa do Brasil estabelece em seu Capítulo II, Artigo 6º, os direitos sociais previstos para todos os brasileiros ou estrangeiros residentes no Brasil, as quais destacam-se o direito à saúde e à moradia.

Ainda na Carta Magna, em seu artigo 225, há a previsão do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida. Neste sentido, de forma implícita, o saneamento básico não pode ser considerado como uma prestação de serviço público, mas uma política pública essencial para a concretização dos direitos citados anteriormente.

Logo, o conceito de saúde é apresentado como o estado de bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade, logo o conceito de saneamento básico é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito nocivo sobre o seu bem-estar físico, mental ou social (OMS, 2004).

É notória que a realidade do Brasil em relação ao saneamento básico, especialmente ao esgotamento sanitário é insatisfatória, pois segundo dados do SNIS (2019), Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico, apenas 52,36% da população brasileira têm acesso à coleta de esgoto sendo que apenas 46% do que é coletado, é tratado, revelando que 54% do que é coletado é disposto sem nenhum tratamento no meio ambiente.

Tais informações refletem a precariedade do sistema de esgotamento sanitário na questão da coleta e tratamento dos esgotos promovendo uma série de consequências negativas para a sociedade como maus odores, transmissão de doenças por veiculação hídrica e a degradação do meio ambiente em especial à poluição nos corpos hídricos afetando diretamente a fauna aquática.

A fim de ampliar o serviço de esgotamento sanitário no Brasil foi criada a Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007) conhecida como Plano Nacional de Saneamento Básico que estabelece diretrizes nacionais para o desenvolvimento do saneamento básico a fim de se alcançar um denominador comum que é a universalização dos serviços de esgoto a todos os brasileiros.

O Ministério das Cidades em seu estudo Panorama do Saneamento Básico no Brasil do ano de 2011 previa um investimento de cerca de 133 bilhões de reais para a expansão do serviço

de esgotamento sanitário em comparação com o investimento em reposição/manutenção do próprio sistema a qual era estimado em 22 bilhões de reais para o período compreendido entre 2011 e 2030 (BAPTISTA, M. B. et al, p.179, 2011).

Neste mesmo sentido, em 15 de julho de 2020, foi promulgada a Lei 14.206, a qual atualiza o marco legal do saneamento básico e promove a obrigatoriedade nos contratos de concessão de previsão de metas de desempenho e de universalização dos serviços de saneamento, adotando como princípio a regionalização do saneamento, mudanças importantes na regulação do serviço, a qual o saneamento básico será regulado pela ANA (Agência Nacional de Águas) como o estímulo para concorrência e privatização das empresas públicas de saneamento. O marco legal buscar atrair investimentos privados e permitir o aumento gradual da desestatização do setor.

Portanto, a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil necessita do desenvolvimento de tecnologias alternativas que facilitem o processo de implantação dos sistemas de esgotamento sanitário, principalmente no que se refere à coleta de esgotos, pois se percebe que o vigente e o predominante sistema coletivo de coleta de esgoto não consegue abranger todas as áreas urbanas especialmente aquelas com características topográficas, habitacionais e ambientais deficitárias, a qual o sistema de coleta condominial de esgotamento sanitário pode-se apresentar como uma alternativa viável tecnicamente e mais barata do que o sistema convencional.

Recomenda-se a implantação deste sistema em áreas onde há dificuldades na execução de rede ou ramais domiciliares pelo sistema convencional de esgotamento, pois proporciona maior flexibilidade no serviço e economia da obra se comparado ao sistema convencional, além da combinação da participação comunitária com o uso da tecnologia apropriada (FUNASA, p.183, 2015).

Diante deste cenário, o estado do Tocantins, segundo dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento em seu diagnóstico publicado no ano de 2019, são 413.386 tocantinenses atendidos com rede de esgotamento sanitário representando cerca de 27% da população do Estado. Na cidade de Palmas, capital do estado, 85% da população é atendida por rede de esgotamento sanitário.

Dentro dos 15% da população não atendida por rede coletora de esgoto na cidade de Palmas, destacam-se alguns bairros, entre eles, o Aurenly IV, a qual é atendida parcialmente por rede coletora de esgoto, pois uma determinada região do bairro apresenta topografia desfavorável à execução de ligações de esgoto, conhecida como soleiras negativas.

A partir de tal cenário, o presente trabalho pretende avaliar e definir a alternativa mais viável para o atendimento dessa região não atendida pelo sistema convencional no bairro do Aurenny IV na cidade de Palmas- TO a fim de viabilizar a universalização de coleta e tratamento de esgotos no bairro em questão.

Após a conclusão do presente trabalho, o resultado alcançado, caso seja satisfatório, poderá ser replicado em outros setores da cidade de Palmas – TO, bem como em outras cidades do estado do Tocantins que apresentem características similares às quadras contempladas neste estudo visando à melhoria da qualidade de vida da população.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar um estudo de viabilidade técnica para a implantação de um sistema de coleta de esgotos do tipo condominial nas quadras não atendidas pelo sistema convencional no bairro Aurenny IV na cidade de Palmas – TO.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Identificar as quadras que não são atendidas pelo sistema convencional no bairro Aurenny IV;
2. Elaborar o projeto básico do sistema condominial de coleta de esgotos da área em estudo;
3. Identificar a melhor forma de interligação do sistema condominial ao sistema coletivo já implantado na área de estudo;
4. Avaliar os pontos críticos de implantação e operação do sistema de coleta condominial proposto.

1.2 JUSTIFICATIVA

O Brasil ainda apresenta um grande atraso, se comparado aos demais países europeus e até próprios países sul-americanos, em relação ao desenvolvimento do saneamento básico, logo o estudo de tecnologias alternativas que possam ser implantadas com a finalidade de se buscar a universalização dos serviços de saneamento básico é de suma importância.

Uma destas tecnologias é o sistema de coleta condominial de esgotos que vem sendo desenvolvida e replicada em várias partes do país e até em diferentes países, pois se trata de um sistema com custos bastante reduzidos se comparados com o sistema convencional de esgotos, cujo uso é predominante ainda no Brasil e, além do mais, desenvolve a participação direta da comunidade desde a implantação do sistema até sua operação promovendo a conscientização quanto ao uso adequado da rede coletora de esgotos.

A implantação do sistema convencional de esgoto depende de muitas variáveis como o tipo de ocupação, a conformação topográfica e os impactos ambientais provenientes da execução do tipo de traçado adotado.

A ausência de uma rede de esgotamento sanitário em uma determinada localidade pode acarretar em inúmeras consequências negativas à qualidade de vida, pois pode promover a transmissão de doenças por veiculação hídrica, agravamento de epidemias de dengue, febre amarela, zika vírus, degradação dos corpos hídricos devido à deposição de esgoto sem nenhum tipo de tratamento provocando alteração na qualidade da água e na mortandade de peixes.

Diante deste cenário, justifica-se a realização de um estudo para avaliar a viabilidade técnica de implantação do sistema condominial em quadras não atendidas pelo sistema convencional no bairro Aurenny IV na cidade de Palmas, como forma de preservar os lençóis freáticos e conseqüentemente os corpos hídricos, melhorar a qualidade de vida da população e promover a participação da população na concepção e operação do sistema proposto.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL

2.1.1 *Números da coleta e tratamento do esgoto no Brasil*

Segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico, o saneamento básico é caracterizado (BRASIL, 2007) como conjunto de serviços e infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais.

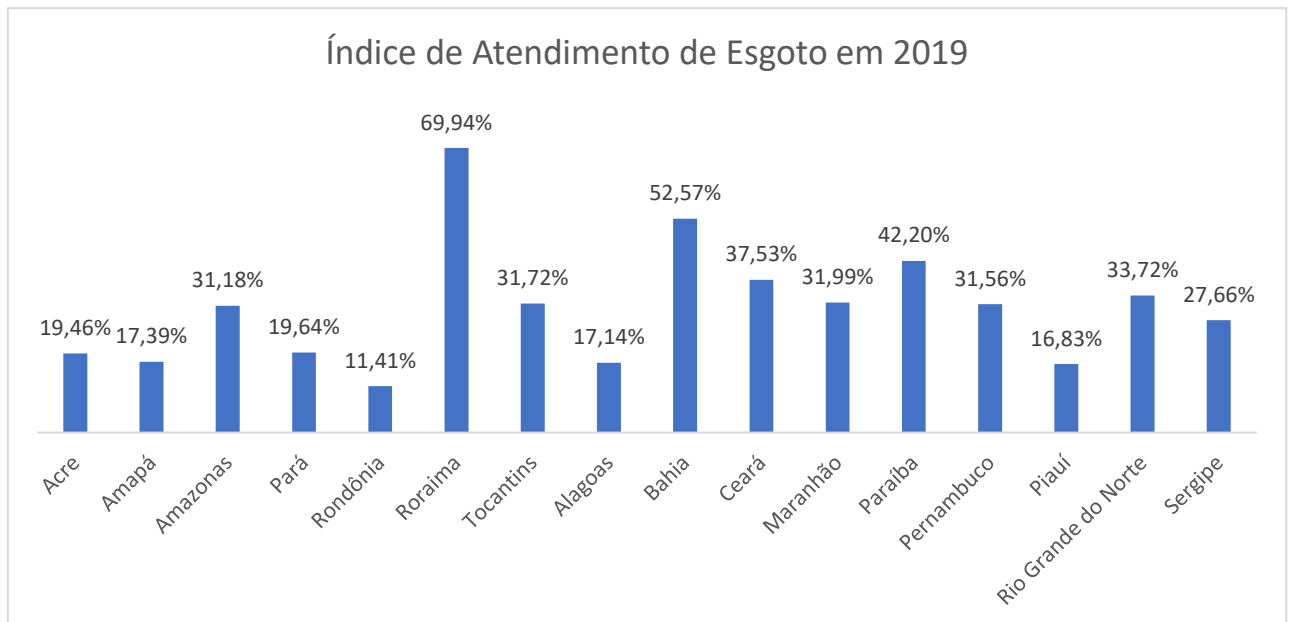
A Lei 11.455/07 estabelece que o conceito de esgotamento sanitário seja constituído por atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados de esgotos sanitários desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

No artigo 45 da mesma lei, há uma exigência que toda construção permanentemente urbana em uso, situada em via pública beneficiada com redes públicas de abastecimento de água e/ou rede de esgotamento sanitário deverá interligar-se à rede pública.

Na prática, o Brasil não dispõe de cobertura adequada de rede coletora de esgoto sanitário, pois segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do Ministério das Cidades publicado no ano de 2019, apenas os estados do Distrito Federal, São Paulo, Paraná e Minas Gerais apresentam um percentual de atendimento superior a 70%.

Na região Norte, região do presente estudo, o estado de Roraima apresenta um percentual de atendimento entre 40 a 70%, Tocantins apresenta um percentual de atendimento entre 20 a 40%, os estados do Amazonas e do Acre apresentam um atendimento entre 10 a 20% e abaixo de 10% estão os estados do Pará e do Amapá

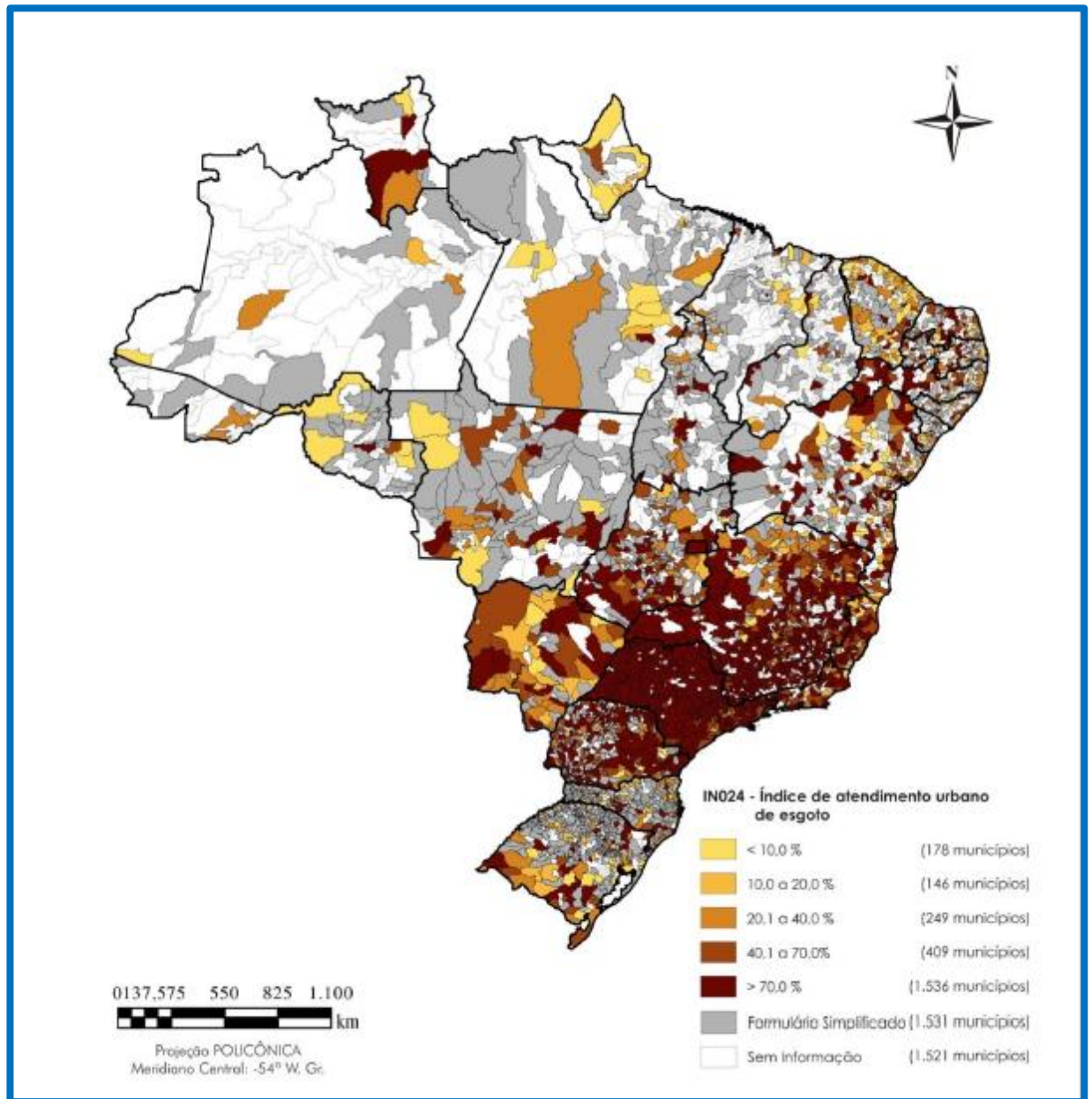
Tais dados revelam uma disparidade regional em relação ao atendimento de esgotamento sanitário no Brasil, estados mais desenvolvidos economicamente apresentam o dobro de cobertura de atendimento se comparados a estados mais pobres dentro da própria região geográfica, especialmente às regiões Norte e Nordeste, o que pode ser visto no Gráfico 01 abaixo.

Gráfico 1 - Índice de Atendimento de Esgotamento Sanitário nas regiões Norte e Nordeste

Fonte: SNIS (2019).

Em relação aos municípios, o mesmo estudo revela que há no Brasil 1536 municípios com índice superior a 70% de coleta de esgoto (49 municípios a mais se comparado a 2018), 409 municípios com índices na faixa entre 40 a 70%, 249 municípios com valores entre 20 a 40% e 120 municípios entre 10 a 20% e 178 municípios abaixo de 10% de atendimento o que pode ser visualizado na Figura 01 abaixo.

Figura 1 - Percentual de atendimento por município no Brasil com coleta de esgoto



Fonte: SNIS (2019).

Segundo Rodrigues, Venson e Camara (2019), há uma forte correlação entre serviços de saneamento básico e renda, pois em regiões em desenvolvimento, conforme a renda aumenta, mais pessoas têm acesso aos serviços de saneamento.

De acordo com um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA, 2010) a redução da desigualdade no acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil é uma meta da política pública. Para vencer as dificuldades que impedem a sua universalização é necessário ampliar o acesso da população que se localiza, predominantemente, nas áreas rurais isoladas, em municípios de baixo desenvolvimento humano e pequeno porte [...].

Candido (2013) relata que o Brasil apresenta, historicamente, inexistências de oferta de serviço de saneamento básico, devido à incerteza institucionais como a ausência de incentivos a novos investimentos como também quem seria o órgão responsável pelos direitos de exploração dos serviços de água e esgoto.

Segundo Saiani (2006) o déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil está diretamente relacionado ao perfil de renda dos consumidores, pois a capacidade de pagamento (tarifas) para obtenção destes tipos de serviços é relativamente alta.

A autora ainda destaca que em locais com grandes concentrações populacionais apresentam uma tendência de redução de custo à medida que a população a ser atendida aumenta, o que sugere que os investimentos ao longo dos anos foram motivados mais pela possibilidade de retorno econômico do que pelo retorno social.

Destaca-se que uma das maiores dificuldades para estender os serviços de esgoto para a população de baixa renda das cidades brasileiras é, sem dúvida, o paradigma técnico historicamente adotado para o setor com enfoque tecnicista afastado da realidade das comunidades pobres e da função social [...] (LOBO, p.45, 2003).

Porém, Nascimento (2004, p.05) afirma que se os poderes públicos investissem adequadamente no saneamento básico em locais que não dispõe de rede coletora de esgoto no mundo, os resultados seriam:

- Redução de dois milhões de óbitos de crianças com menos de cinco anos por doenças diarreicas (o número de mortes por todas as causas nesta faixa etária infantil é de 10 milhões);
- Redução de 200 milhões de casos de doença diarreica por ano;
- Redução de 300 milhões de pessoas com infecções por vermes a cada ano;
- Redução de 150 milhões de pessoas com esquistossomose por ano.

2.1.2 Principais impactos da disposição inadequada de esgoto no Brasil

O lançamento de esgotos domésticos e industriais não tratados podem gerar inúmeras consequências negativas que afetam diretamente o meio ambiente e a saúde humana.

Otoni e Otoni (1999, p.05) ressaltam que embora os resíduos orgânicos sejam biodegradáveis, o lançamento destes dejetos podem causar uma depleção do oxigênio dissolvido (OD) nos lagos e rios, bem como gerar a proliferação de germes patogênicos que podem transmitir certas doenças de veiculação hídrica como a cólera, febre tifóide, a disenteria bacilar, além de outras.

Segundo o mesmo autor (p.05), os dejetos industriais podem conter metais pesados e quantidades consideráveis de produtos químicos sintéticos como pesticidas sendo que estes materiais são caracterizados pela sua toxicidade e persistência, logo não são totalmente degradados nas condições naturais ou nas estações de tratamento convencionais.

Moretti *et al* (2018, p. 02), destaca que as deficiências do saneamento se fazem sentir de forma mais discriminada nos setores mais pobres da população que estão mais próximos dos córregos e rios contaminados [...].

Outro ponto importante que Paffrath (2013, p.26) ressalta é o possível aumento da população de algas nos corpos hídricos em virtude do lançamento de compostos orgânicos. Tal processo resulta no aumento da turbidez da água, prejudicando o processo de fotossíntese e reduzindo a concentração de OD (Oxigênio Dissolvido) no corpo hídrico. Este fenômeno é conhecido como eutrofização.

O Instituto Trata Brasil (2017, p.03) afirma que alguns especialistas alertam que além das doenças diarreicas, o saneamento básico inadequado também está ligado, dentre outras, as doenças como a dengue e a leptospirose.

Segundo este mesmo estudo, as 10 piores cidades do Brasil em relação a saneamento básico apresentaram 190 internações por diarreia/ 100 mil habitantes enquanto nas 10 melhores cidades foi de 68,9 internações sendo praticamente 3 (três) vezes menor se comparado com as 10 (dez) piores cidades (TRATA BRASIL, 2017, p.08).

Segundo a FUNASA (2015, p.174) o destino adequado de esgotos é essencial para a saúde pública, objetivando o controle e prevenção de doenças relacionadas, por meio de soluções que busquem eliminar focos de poluição e contaminação.

Porém, Moretti *et al* afirma que se os assentamentos precários urbanos não receberem os serviços públicos de saneamento de forma integral, dificilmente os mananciais disponíveis atenderão a demanda por água potável [...].

O Instituto Trata Brasil (2017, p.10) destaca que os baixos índices de saneamento principalmente no que se referem ao esgotamento sanitário, estão fortemente relacionados àqueles municípios com maiores índices epidemiológicos e de morbidade, internações, casos confirmados e maiores números de dias de permanência hospitalar pelas doenças investigadas.

Há várias consequências originadas diretamente pelo despejo inadequado dos esgotos domésticos em corpos hídricos, as quais se destacam:

- Contaminação das fontes de água de abastecimento;
- Problemas ambientais graves, especialmente contaminação do solo e dos recursos hídricos;

- Doenças e outros problemas de saúde pública (diarreias, hepatite A, leptospirose, verminoses, doenças de pele, entre outros).

2.2 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

2.2.1 Sistema Convencional de Esgotamento Sanitário

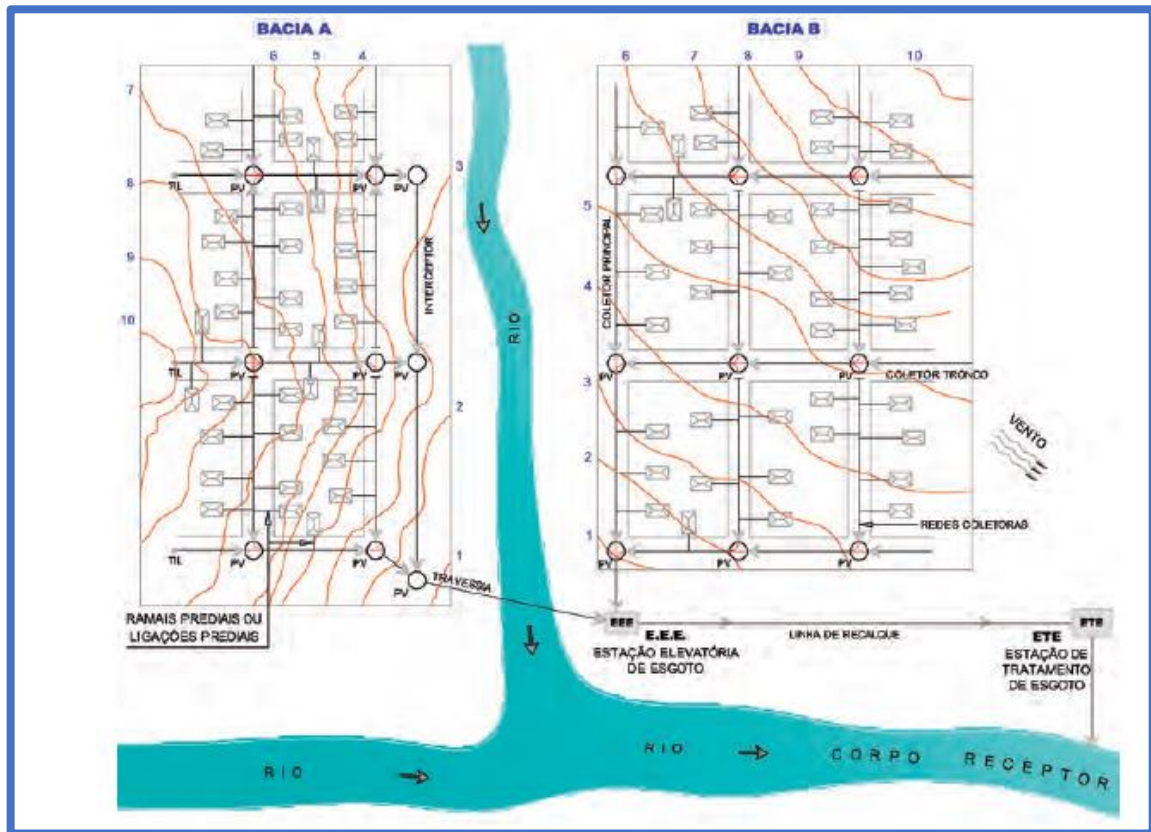
Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986, p.1) o esgoto sanitário é denominado como “despejo líquido constituído de esgotos domésticos e industriais, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.

Para Jordão e Pessoa (apud Paffrath, 2013, p.28), o termo era utilizado como definição para o despejo líquido, mas também o definia como a tubulação por onde fluía este despejo.

Neste sentido, existem diferentes tipos de sistemas de coleta e transporte de esgotamento sanitário usados no Brasil, entretanto o predominante é o sistema convencional de esgoto que é constituído por coletores prediais (ramais prediais), coletores, órgãos acessórios e galerias.

A tipologia do sistema convencional, que pode ser observado na Figura 02, é do tipo separador absoluto que separa a coleta das águas pluviais da coleta do esgotamento sanitário, entretanto não há garantia que este conceito corresponde à realidade das cidades brasileiras, pois a norma da ABNT mencionada anteriormente cita a contribuição pluvial parasitária que é a contribuição de água pluvial à rede coletora de esgotamento sanitário.

Figura 2 - Planta Baixa da Implantação do Sistema Convencional



Fonte: FUNASA (2015).

2.2.2 Sistema condominial de Esgoto

Segundo a FUNASA (2015, p.238) o sistema de coleta condominial é uma solução desenvolvida no Brasil da década de 1980 que pode ser implantado em qualquer região, especialmente quando os terrenos apresentam declividades acentuadas para os fundos.

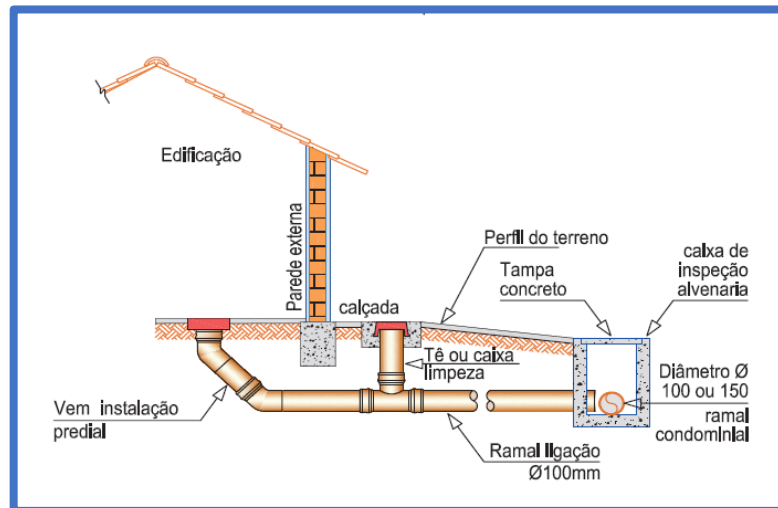
A primeira grande implantação deste sistema foi na cidade de Natal, no estado do Rio Grande do Norte, através da CAERN (Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte) nos bairros das Rocas e Santos Reis. O término da obra permitiu o atendimento de 96% das residências desses bairros com coleta de esgoto. (NETO, 1999 apud OLIVEIRA 2017, p.10).

Segundo Oliveira (2017, p.10) a concepção básica do sistema condominial está na coleta dos esgotos de um conjunto de residências unifamiliares que pode ser uma quadra interligada através de uma rede interna e encaminhada à rede pública em um único ponto apenas.

Segundo a FUNASA (2015, p.238) os sistemas condominiais de esgotos sanitários são geralmente compostos por:

- **Ligação Predial:** Tubulação com diâmetro mínimo de 100 mm e declividade mínima compatível, que faz a ligação entre o sub-coletor de esgoto em cada edificação até a caixa de inspeção situada no ramal condominial o que pode ser visto na Figura 03 abaixo.

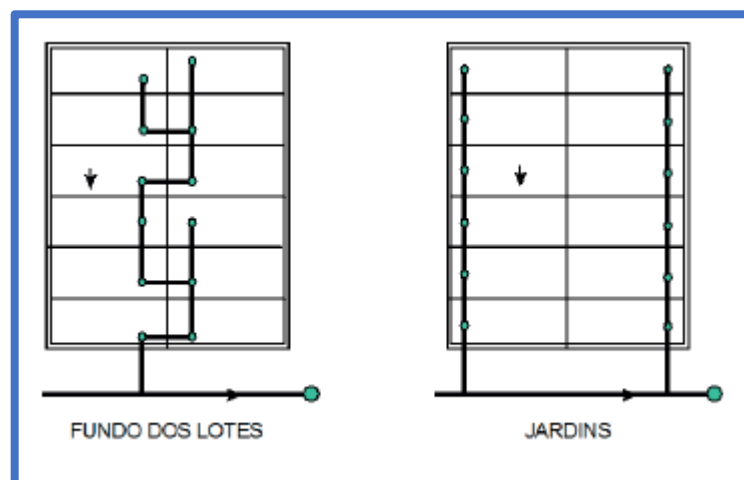
Figura 3 - Ligação Predial do Sistema Condominial



Fonte: FUNASA (2015, p.239).

- **Ramal Condominial:** Rede Coletora que passa por dentro do lote e reúne as ligações dos usuários que compõem um condomínio (quarteirão), podendo ser de jardim ou de fundo, quando instalada na frente ou no fundo do lote conforme ilustra a Figura 04 a seguir.

Figura 4 - Ramal Condominial

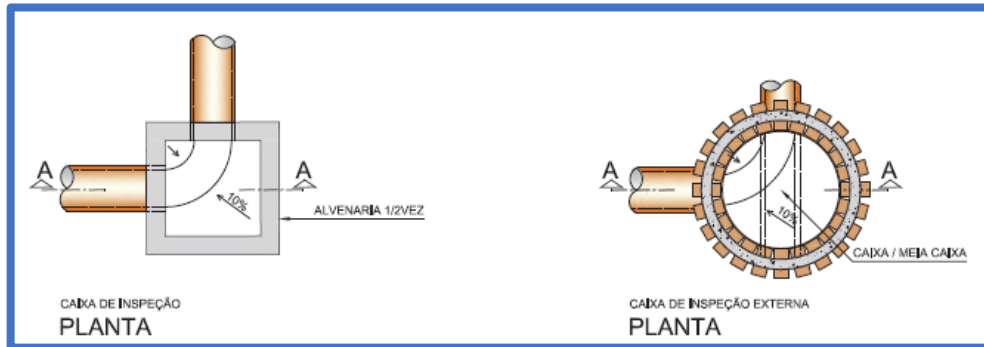


Fonte: FUNASA, (2015, p.240).

- **Caixa de Inspeção (CI):** Acessório instalado em cada lote para receber a ligação de uma edificação no ramal condominial e construída nas mudanças de direção do ramal.

- Caixa de Inspeção Externa (Clex): Acessório Instalado no final de cada conjunto residencial, antes de ligar o ramal condominial interno à rede básica (rede pública no passeio ou na rua) o que pode ser visto na Figura 05 abaixo.

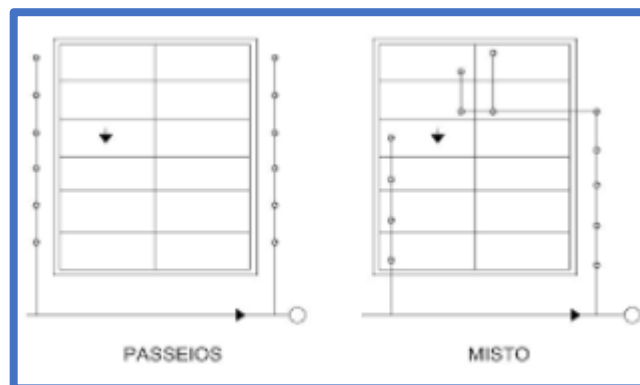
Figura 5 - Caixa de Inspeção Interna e Externa do Sistema Condominial



Fonte: FUNASA (2015, p.240).

- Rede Básica: Rede Coletora pública situada no passeio (rede dupla) ou na rua (rede simples) que reúne os efluentes da última caixa de inspeção de cada condomínio representada de acordo com a Figura 06 a seguir.

Figura 6 - Disposição da Rede Condominial



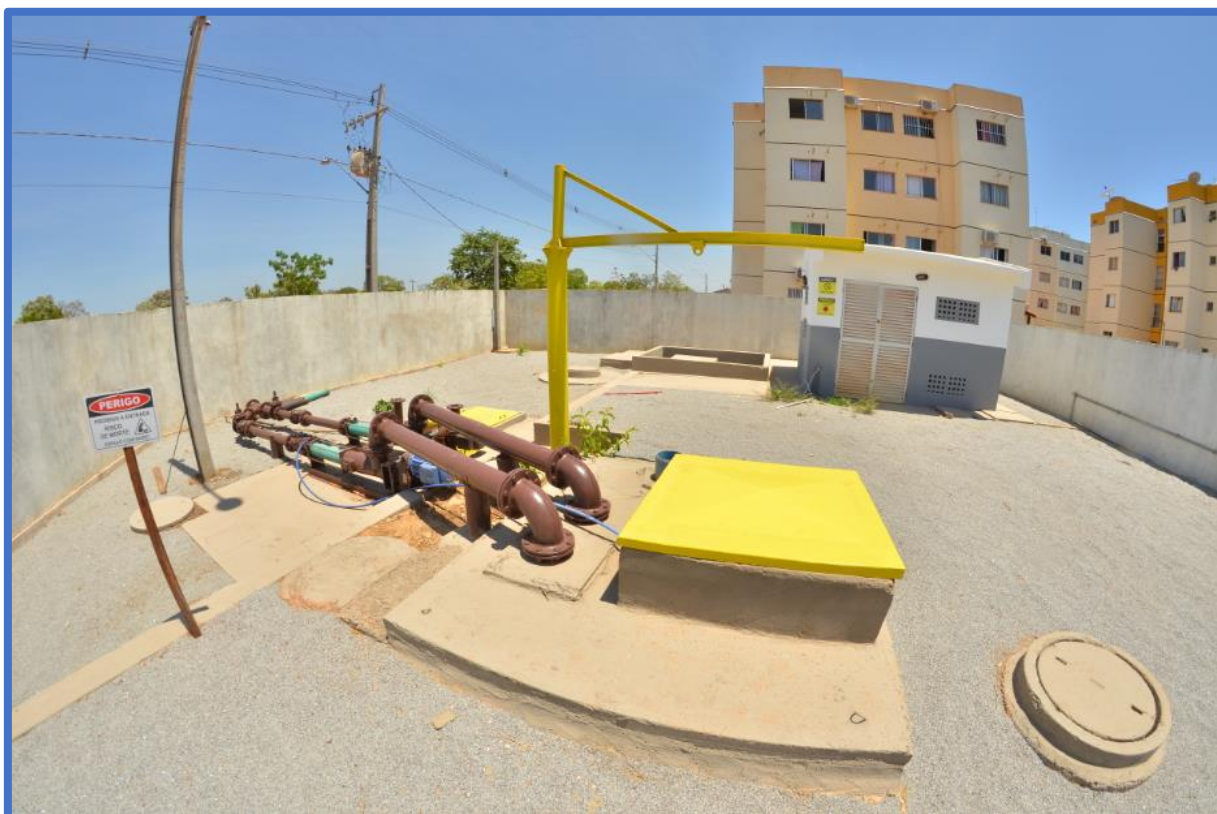
Fonte: FUNASA (2015, p.241)

2.2.3 Estação Elevatória de Esgoto de Pequeno Porte

O sistema de esgotamento sanitário, geralmente, é projetado para o escoamento gravitacional para evitar o consumo de outras formas de energia, mas em casos em que a condição topográfica do ambiente não é favorável ou não há a existência de desnível natural no

terreno necessita-se do esgotamento ou da reversão de tais bacias a partir da execução de estações elevatórias de esgoto conforme pode ser visto na Figura 07 abaixo.

Figura 7 - Estação Elevatória de Esgoto Bruta



Fonte: BRK Ambiental.

Segundo Nitatori (2016, p.16), as EEEs são essenciais para promover a universalização da coleta de esgoto e assim possibilitar o seu encaminhamento para a estação de tratamento de esgoto (ETE).

Tal alternativa pode ser usada em locais que não apresentam topografia favorável para o escoamento gravitacional, porém é necessário avaliar a viabilidade econômica-financeira de implantação da estação e os custos de manutenção pertinentes a ela especialmente ao consumo de energia elétrica.

2.2.4 Rede de esgoto à vácuo

Segundo Campos (2007, p.13) o sistema de coleta à vácuo é um sistema mecanizado de transporte de água residuária operando usando a diferença de pressão para escoar o esgoto.

Segundo Airvac (2005) quando o volume de esgoto é acumulado no reservatório de esgoto da caixa de válvula, o ciclo de válvulas a vácuo é acionado, logo a diferença de pressão

entre o coletor principal e a atmosfera desloca o líquido presente no reservatório mais o ar adicional contido dentro do coletor em alta velocidade.

Segundo Correa (2007, p.51) o sistema divide-se basicamente em três partes: a caixa de válvula e/ou tanque, rede coletora de esgoto à vácuo e a estação coletora de esgoto à vácuo.

2.2.5 *Esgoto estático*

Segundo Correa e Sperling (2011, p.96) o sistema estático de esgotamento sanitário, em geral, os esgotos são tratados primariamente nas próprias fossas sépticas, via sedimentação e digestão anaeróbia e em seguida o efluente é infiltrado no solo circunvizinho que é utilizado como meio de tratamento e dispersão.

Segundo o mesmo autores, a vantagem está na simplicidade, baixo custo e o próprio processo de tratamento e a desvantagem seria na variabilidade e heterogeneidade inerente ao solo e aos processos biogeoquímicos.

2.2.6 *Comparativo entre o Sistema Condominial e Convencional*

Os dois tipos de sistema coletivo de esgotamento sanitário apresentam vantagens e desvantagens entre si as quais podem ser vistas na Tabela abaixo.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens entre o sistema condominial e convencional

Vantagens	Sistema Condominial	Sistema Convencional
	Baixo custo	Adoção de canalizações de dimensões menores
	Redução do número de ligações na rede pública	Facilidade na execução de obras
	Redução da extensão de rede de esgoto	Melhoria nas condições de tratamento de esgoto
	Redução da profundidade da tubulação	Separa a água pluvial das águas residuárias
Desvantagens	Tempo de execução longo	Quebra de pavimento
	Execução da rede manualmente	Quantidade exacerbada de ligações de esgoto
	Operação da rede condominial	Quantidade elevada de rede coletora de esgoto

Fonte: Autoria própria.

2.3 **CRITÉRIOS E PARÂMETROS DO PROJETO NO SISTEMA CONDOMINIAL DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

A elaboração do projeto do sistema condominial de esgoto no Brasil não apresenta nenhuma normativa técnica específica, logo os critérios e parâmetros do presente trabalho

foram elaborados de acordo com a NBR 9649/86 (Projetos de Rede coletoras de esgoto sanitário – Procedimento).

Portanto, levaram-se em consideração na sua elaboração os seguintes itens:

- Lâmina Máxima Molhada;
- Vazão a ser transportada e mínima;
- Diâmetro Mínimo e Calculado;
- Declividade mínima;
- Taxa de Contribuição Linear;
- Materiais;
- Recobrimento;

2.3.1 Vazão a ser transportada

A vazão a ser transportada pelos ramais será calculada de acordo com a equação 01 descrita a seguir:

$$Q = q.P.C.k_1.k_2/86400 \quad (1)$$

Sendo:

Q = Vazão (l/s);

q = Consumo Médio per capta de água (l/hab.dia);

P = População (nº de habitantes);

K₁ = Coeficiente de maior consumo diário;

K₂ = Coeficiente de maior consumo horário;

C = Coeficiente de retorno;

2.3.2 Vazão Mínima

A rede coletora deve se projetada para uma vazão mínima de 1,5 l/s, pois segundo a norma NBR 9649 (ABNT, 1986), valor que corresponde, teoricamente, a uma onda típica proveniente de uma descarga dada em um vaso sanitário.

2.3.3 *Diâmetro Mínimo*

O diâmetro mínimo exigido pela norma NBR 9649/86 é o de 150 mm que também é caracterizado por ser o usual na execução de redes condominiais de esgotamento sanitário.

2.3.4 *Diâmetro Calculado*

É necessário que o diâmetro calculado atenda a máxima vazão esperada e o limite máximo de lâmina de água. Ele está expresso pela equação 2 a seguir:

$$D_0 = 0,3145 * (Q_f / I_0^{1/2})^{3/8} * 1000 \quad (2)$$

Sendo:

D_0 = Diâmetro Calculado (m);

Q_f = Vazão de fim de plano (m^3/s);

I_0 = Declividade do trecho (m/m);

2.3.5 *Declividade Mínima*

A recomendação para adoção da declividade mínima para a execução das redes coletoras de esgoto é que elas atendam a tensão trativa crítica que precisa ser maior ou igual que 1,0 MPa que será responsável pelo arraste das partículas sólidas presentes no fundo da tubulação, logo a equação usada para o cálculo da declividade mínima está representada na equação 03:

$$I_{\min} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47} \quad (3)$$

Sendo:

I_{\min} = Declividade mínima (m/m);

Q_i = Vazão de jusante de início de plano (l/s);

Estabelece-se que a declividade mínima a ser usada para fins de cálculo é de 0,0055 m/m para garantir segurança no processo de autolimpeza da tubulação de esgoto.

2.3.6 Taxa de Contribuição Linear Inicial e Final

Caso a tipologia de rede seja simples, os cálculos para a taxa de contribuição linear inicial e final podem ser estabelecidos a partir das equações 04 e 05 abaixo:

$$T_{x,i} = K_2 * Q_{d,i} / L + T_{inf} \quad (4)$$

$$T_{x,f} = K_1 * K_2 * Q_{d,i} / L + T_{inf} \quad (5)$$

Sendo:

$T_{x,i}$ = Taxa de Contribuição Linear Inicial (l.s/m);

K_1 = Coeficiente de maior consumo diário;

K_2 = Coeficiente de maior consumo horário;

$Q_{D,i}$ = Vazão doméstica inicial (l/s);

L = Comprimento do trecho (m);

T_{inf} = Taxa de Infiltração (l/s.m);

Caso a tipologia de rede seja dupla, os cálculos para a taxa de contribuição linear inicial e final podem ser estabelecidos a partir das equações 6 e 7 abaixo:

$$T_{x,i} = K_2 * Q_{d,i} / 2 * L_i + T_{inf} \quad (6)$$

$$T_{x,f} = K_1 * K_2 * Q_{d,i} / 2 * L_i + T_{inf} \quad (7)$$

2.3.7 Tensão Trativa Média

A tensão trativa média é dada pela Equação 8 que segue abaixo:

$$\sigma = \gamma * R_h * I \quad (8)$$

Sendo:

σ = Tensão Trativa Média (Pa);

γ = Peso específico da água (N/m³);

R_h = Raio Hidráulico (m);

I = Declividade (m/m).

Adota-se que a tensão trativa média precisa ser superior a 1,0 MPa.

2.3.8 Lâmina Máxima Molhada (y/d)

A norma NBR 9649/86 estabelece uma relação y/d de 0,75 ou 75% para garantir o escoamento livre, ou seja, que o conduto se comporte como livre (pressão interna é igual ou menor que a pressão atmosférica).

Os mesmos critérios e parâmetros para o dimensionamento do sistema convencional são usados para o sistema condominial.

2.3.9 Recobrimento

A NBR 9649 (1986, p.03) exige que o recobrimento mínimo das redes coletoras não deve ser inferior a 0,90 m para um coletor assentado no leito da via de tráfego ou a 0,65 m para a tubulação que for assentada no passeio. Se executar a rede coletora abaixo do recobrimento mínimo necessário é preciso apresentar justificativa técnica.

Segundo Melo (2008, p.127), na execução de ramais condominiais tem sido adotado o recobrimento mínimo de 0,30 m nos ramais internos e 0,60 m nos ramais localizados no passeio, entretanto a profundidade máxima recomendada para os ramais condominiais não deve ser superior a 1,0 m.

2.3.10 Materiais

Os materiais mais usados na execução de redes de coleta de esgotamento sanitário são os tubos cerâmicos, concreto, PVC, ferro fundido e aço. Normalmente para linhas de recalque são utilizados tubos de ferro fundido ou tubos de aço. (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999, p.112)

No Brasil, os tubos que são empregados em ramais condominiais são os de plástico por apresentar características de facilidade e rapidez na instalação, estanqueidade e entre outros são os mais usados. Recomenda-se adoção de tubos de PVC ou PEAD de linhas de esgoto público, tubos para esgoto predial de linha reforçada e tubos brancos “classe A” (MELO, 2008, p.128).

2.4 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO

De acordo com Melo e Araujo (2011, p.02) define-se como operação qualquer atividade de rotina que mantenha o sistema funcionando normalmente, sem intervenções nas estruturas já existentes.

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994, p.06) define manutenção como uma combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Os serviços de manutenção, segundo Silva (2015), trabalham com o propósito de manter ou alinhar o funcionamento adequado da rede, classificando em manutenção preventiva e corretiva.

Segundo Melo (2018, p.44) é interessante dizer que a manutenção corretiva é uma forma menos racional e pouco eficiente de cuidar de redes coletoras de esgoto.

O mesmo autor destaca que uma das formas de se evitar sucessivas operações não planejadas, como desobstrução de rede e limpeza de tubulações, é investir na manutenção preventiva para manter a operação do sistema de acordo com as mesmas características de planejamento e construção das redes.

Diante deste cenário, a operação em redes coletoras de esgoto no Brasil é resumida em atividades de desobstrução de redes e ramais (corretivas) e lavagem de rede (preventiva).

Em relação às atividades de desobstrução e limpeza de rede ou ramal de esgoto, destacam-se os seguintes processos.

2.4.1 Hidrojateamento

Segundo Melo e Silva (2011, p.03) o hidrojateamento é realizado por um caminhão hidrojato que possui um tanque de armazenamento de água com uma mangueira de 120 m de comprimento.

Na extremidade desta mangueira, há um bocal com pequenos orifícios onde a água pressurizada é lançada na rede ou ramal obstruídos a fim de remover os resíduos sólidos grosseiros para o próximo poço de visita onde serão retirados de acordo com a Figura 07 abaixo.

Figura 8 - Hidrojateamento em rede coletora de esgoto



Fonte: BRK Ambiental (2021)

O caminhão *Jet Way* ou *Sewer Jet*, como é conhecido, tem capacidade de realizar todos os serviços que envolvem a necessidade de ser utilizado um jato de água a alta pressão para realizar desobstruções em rede (manutenções corretivas) e lavagem de rede (atividades preventivas).

2.4.2 *Limpa-Fossa*

O limpa-fossa é um caminhão composto por um sistema de sucção utilizado para a limpeza de fossas e sub-solos como também para a retirada de resíduos sólidos no interior da rede coletora e auxilia na limpeza dos poços de sucção de estações elevatórias de esgoto como pode ser visto na Figura 08 abaixo.

Figura 9 - Uso de limpa-fossa em atividade preventiva em uma estação elevatória de esgoto



Fonte: BRK Ambiental (2020).

2.4.3 Bloqueador de Rede

O uso do bloqueador é necessário quando há necessidade de realizar um reparo em rede (rompida por terceiros), manutenções nos poços de visitas (tamponamento) e limpeza do poço de sucção em estações elevatórias de esgoto bruto. O bloqueador varia de acordo com o diâmetro da tubulação podendo ser encontrado de 150 mm (o diâmetro mínimo) até 400 ou 500 mm.

Figura 10 - Uso do bloqueador de rede



Fonte: BRK Ambiental (2020).

2.4.4 Câmera de inspeção ou Câmera Catéter

O uso da câmera de vídeo-monitoramento é para encontrar obstruções na rede coletora de esgoto através de uma pequena câmera que é acoplada no equipamento a qual é deslocado para o interior da rede coleta transmitindo imagens da tubulação para uma tela que se localiza na superfície a fim de encontrar com mais facilidade e rapidez a obstrução e avaliar qual será o melhor método para sua resolução.

Figura 11 - Uso da câmera de inspeção



Fonte: PANPF (2018).

2.4.5 Equipamento de identificação de obstrução por ondas sonoras

O equipamento de transmissão de ondas sonoras conhecida como SL-Rat© é um equipamento que transmite ondas sonoras que percorrem a rede a fim de identificar os estados de obstrução da rede coletora, a qual estas informações são visualizadas dentro de um ambiente computacional a fim de traçar alternativas de solução e identificação de possíveis obstruções em locais críticos ou que apresentam recorrência histórica.

A obstrução em rede coletora ocorre principalmente pelo lançamento de pedras, britas, gordura, objetos como garrafa PET, absorvente, fraldas e sacolas plásticas e tais objetos podem obstruir as redes coletoras e provocar extravasamento resultando em danos para o meio ambiente e ao bem-estar da população.

No ano de 2020, a concessionária de água e esgoto do Tocantins publicou um estudo no qual destaca que foram removidos das redes coletoras cerca de 710 toneladas de resíduo sólidos.

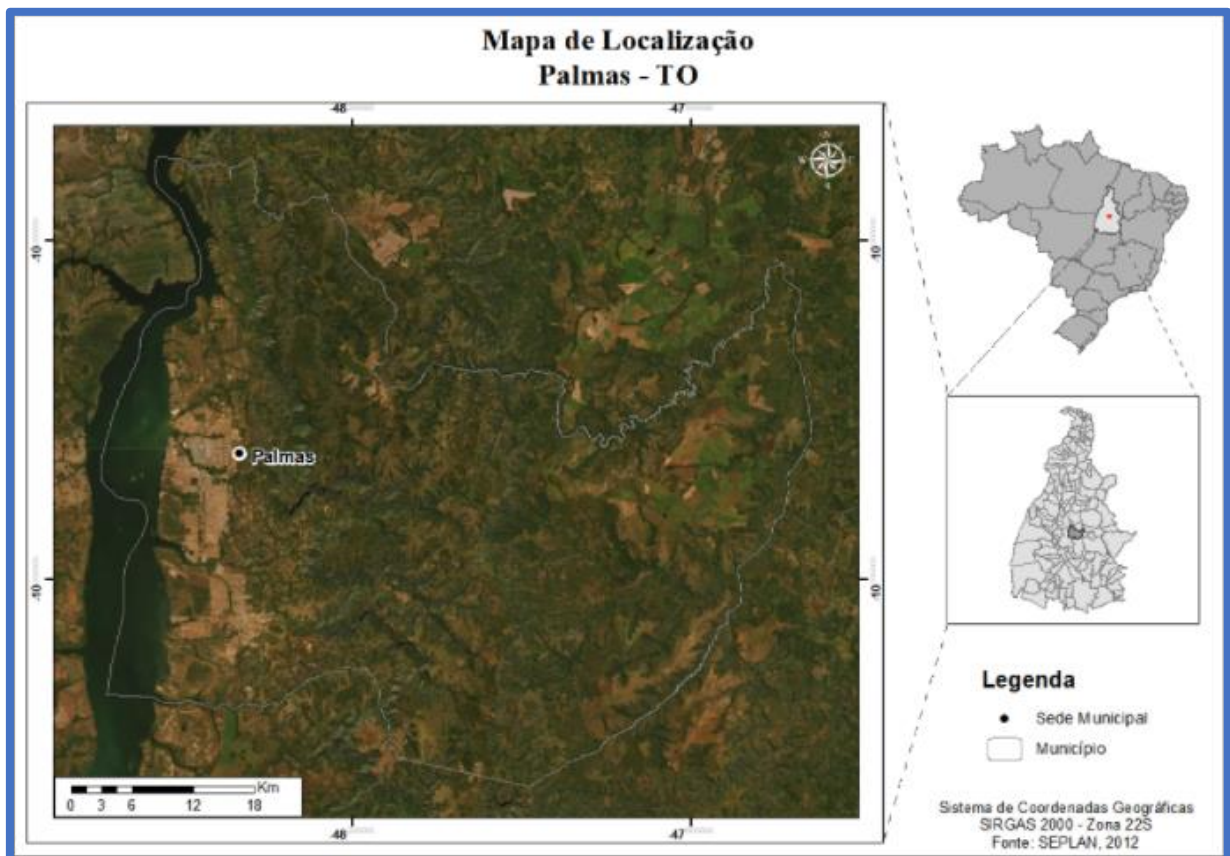
3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Palmas foi planejada para ser a capital do Tocantins e foi criada em 20 de maio de 1989 e instalada em 1º de janeiro de 1990, após transferência da capital provisória, Miracema.

A atual divisão distrital de Palmas inclui, além da sede, os Distritos de Taquaruçu e Buritirana conforme pode ser visto na Figura 11 abaixo.

Figura 12 - Localização de Palmas no Estado do Tocantins



Fonte: Autoria Própria.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município apresenta uma população absoluta de 228.332 habitantes de acordo com o último censo realizado (2010), porém havia uma projeção de 306.296 habitantes para o ano de 2020, sendo o município mais

populoso do estado do Tocantins e a 111ª cidade mais populosa do Brasil apresentando uma densidade demográfica de 102,90 hab/km².

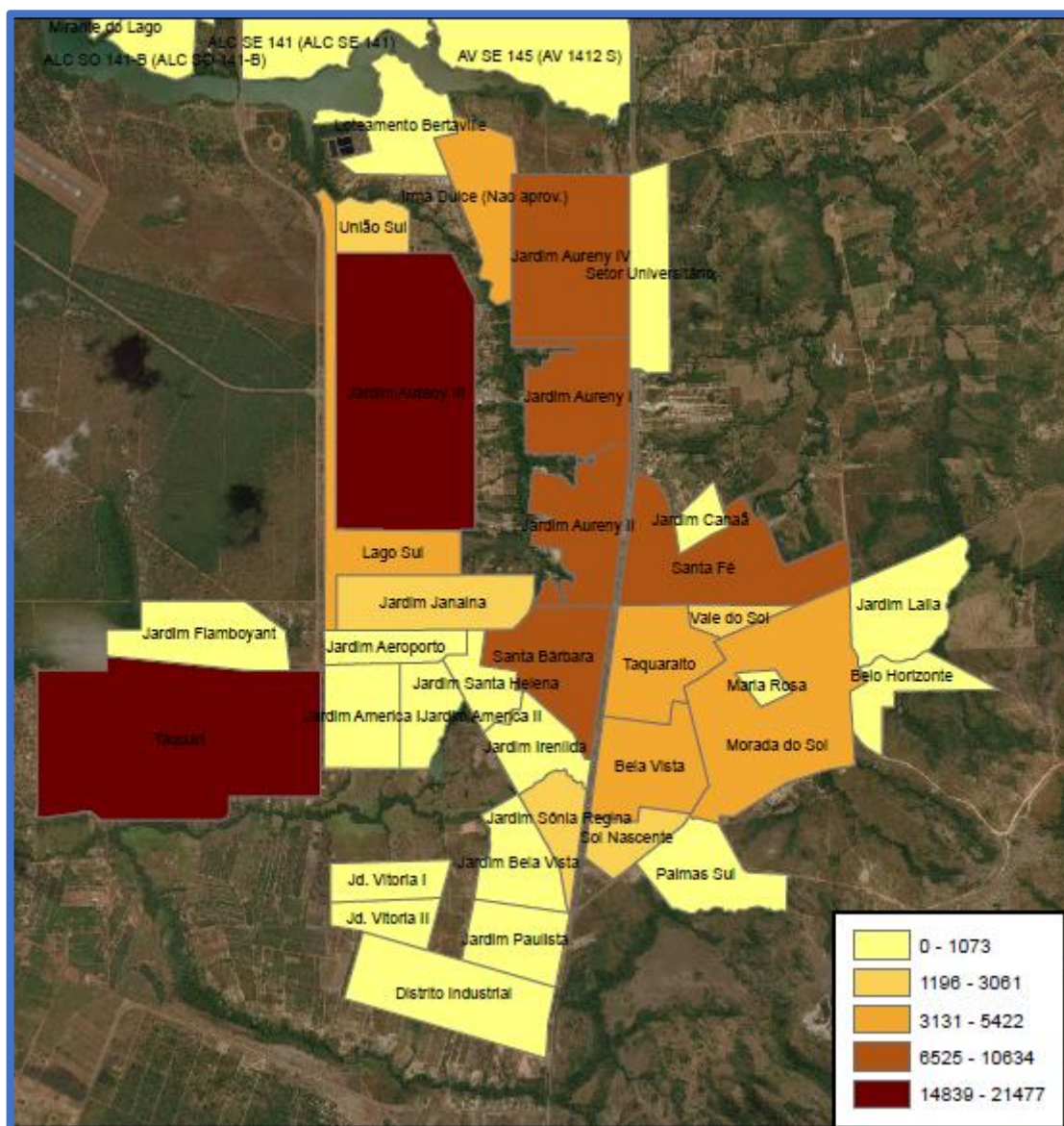
Em 2018, segundo o mesmo Instituto, o salário médio mensal era de 3,9 salários mínimos sendo a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 48,3% apresentando um PIB per capita de R\$ 32.293,89 sendo a 1116ª do Brasil e a 116ª da região Norte apresentando um IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) de 0,788, o maior de sua região geográfica.

Segundo Teixeira (2009, p.99) devido à grande expansão da cidade de Palmas, no início de sua urbanização, fizeram surgir grandes loteamentos de sítios de recreio no entorno da cidade como estratégia de contenção, porém agravou ainda mais o problema.

Segundo o autor, surgiram a Vila União, situada na região Norte da cidade e Taquaralto, que já era um povoado antes mesmo da fundação de Palmas. Elas tornaram-se ainda maiores devido à expansão da cidade em volta do plano básico criando núcleos carentes contrariando a cidade planejada na sua ocupação e expansão.

Como foi mencionado anteriormente, Taquaralto ou Plano Diretor de Expansão Sul, de acordo com a Prefeitura Municipal de Palmas, apresenta uma população de 117.782 habitantes representando cerca de 40% da população total do município o que pode ser visto na Figura 12 abaixo.

Figura 13 - População Absoluta da Região Sul de Palmas



Fonte: Autoria Própria

A região é dividida em 37 setores sendo que o Aurenny IV, área do presente estudo, é o terceiro setor mais populoso da região Sul, estimando-se uma população de 10.634 habitantes estando atrás apenas dos setores Aurenny III e Taquari.

Segundo Molfi (p.56, 2009), o surgimento do Jardim Aurenny IV se deu pela expansão de Taquaralto, provocada pela aglomeração da população fixada no entorno deste povoado, já existente e situado 17 quilômetros ao sul da malha urbana designada pelo Plano Diretor de Palmas.

O autor ainda afirma que por conta desta dinâmica, foram concebidos os loteamentos Jardins Aurenny I, II, III e o IV nas adjacências daquele povoado para atender a demanda de migrantes de baixa renda em busca de melhores condições de vida.

3.1.1 Rede Coletora e Ligações

Segundo informações da concessionária de água e esgoto de Palmas, a região sul de Palmas apresenta cerca de 407,88 km de rede de esgoto. Ela também apresenta cerca de 42.329 ligações ativas de água e esgoto e a presença do coletor-tronco denominado como Coletor Machado, que se localiza às margens do Córrego Machado com comprimento de 25 km escoando uma vazão média de 42,6 l/s. Ele é constituído de ferro fundido e conduz por gravidade o esgoto produzido pelos bairros Aurenny I, II e IV, a qual é caracterizada por ser o coletor principal da bacia da ETE Aurenny.

Diante deste cenário, o indicador de m de rede de esgoto por ligação da região sul de Palmas é de 9,07 m/ligação. Já o Plano Diretor da cidade de Palmas apresenta um valor de 12,94 m/ligação, portanto a densidade da região de estudo do presente trabalho é menor do que a região do Plano Diretor (a qual foi desenvolvida de forma planejada) viabilizando a execução da rede condominial a baixo custo.

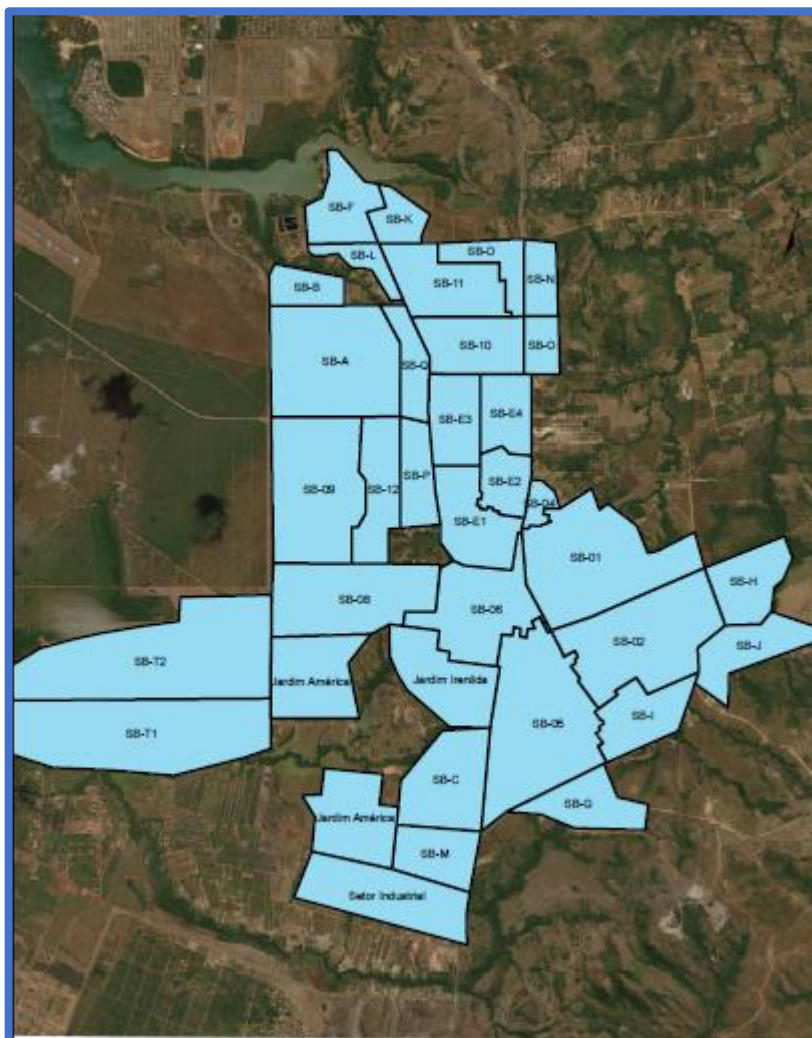
O bairro Aurenny IV, localidade do presente trabalho, apresenta cerca de 30 km de rede de esgoto (toda no diâmetro de 150 mm) e cerca de 3.420 ligações ativas de água e esgoto de acordo com a companhia de água e esgoto da cidade que pode ser visto na Figura 13 abaixo.

Figura 14 - Rede de esgotamento sanitário do Aurenly IV



Fonte: Autoria Própria.

A mesma região apresenta cerca de 35 sub-bacias de contribuição do sistema de esgotamento sanitário, a qual pode ser vista na Figura 14 abaixo.

Figura 15 - Sub-bacias da região Sul de Palmas

Fonte: Autoria Própria.

A Tabela 01 abaixo mostra a quantidade de ligações ativas e rede coletora existente em cada sub-bacia.

Tabela 2- Quantidade de redes e ligações ativas de água e esgoto por sub-bacias

Sub-Bacia	Quantitativo de Rede (km)	Quantidade de Ligações Ativas de Água e Esgoto
SB-01	48,34	2879
SB-02	40,36	2195
SB-04	0,31	300
SB-05	51,86	3611
SB-06	4,13	2626
SB-08	7,05	1248
SB-09	50,64	3455
SB-10	17,61	1436
SB-11	20,13	1913
SB-12	0,04	1086

SB-A	40,46	4239
SB-B	2,97	610
SB-C	0,00	790
SB-D	0,00	569
SB-E1	15,26	1696
SB-F	0,16	806
SB-G	0,00	533
SB-H	0,00	447
SB-I	8,07	305
SB-J	3,20	570
SB-K	0,00	218
SB-L	5,78	398
SB-M	0,00	189
SB-N	0,00	307
SB-O	0,00	47
SB-P	0,00	334
SB-Q	1,61	239
SB-T1	1,15	2688
SB-T2	40,93	2473
SB-E3	8,81	1177
SB-E4	6,17	1056
SB-E2	7,43	963
Jardim Irenilda	1,79	884
Jardim América	0,00	19
Setor Industrial	0,00	23
Total:	384,26	42329

Fonte: Autoria Própria.

As sub-bacias que estão presentes na área do presente trabalho são as SB-10, SB-11 e SB-D, mais precisamente a SB-10 conforme pode ser visto na Figura 15 abaixo.

A EEE Aeroporto localiza-se no Aeroporto Internacional de Palmas e apresenta uma área de 580 m² com um sistema 1+1 de duas bombas centrífugas de 10 cv cada uma com uma vazão de recalque de 15 l/s. A sua linha de recalque é em tubo PEAD de 75 mm e atende apenas o Aeroporto Internacional de Palmas.

A EEE Santa Bárbara localiza-se na Av. Tlo-7, na T-40 no Setor Jardim Taquari. E apresenta uma área de 1725 m² com um sistema 1+1 de duas bombas centrífugas de 25 cv cada uma com uma vazão de recalque de 23 l/s. A sua linha de recalque é em tubo PVC Ocre de 150 mm e sua chegada é em tubo PVC Ocre de 400 mm.

A EEE Flor do Cerrado localiza-se no Residencial Flor do Cerrado, Av. Anapólis no setor Jardim Janaína e apresenta uma área de 195 m² com um sistema 1+1 de duas bombas centrífugas de 10,5 cv cada uma com uma vazão de recalque de 8,3 l/. A sua linha de recalque é em tubo PVC Ocre de 150 mm e sua chegada é em tubo PVC Ocre de 150 mm.

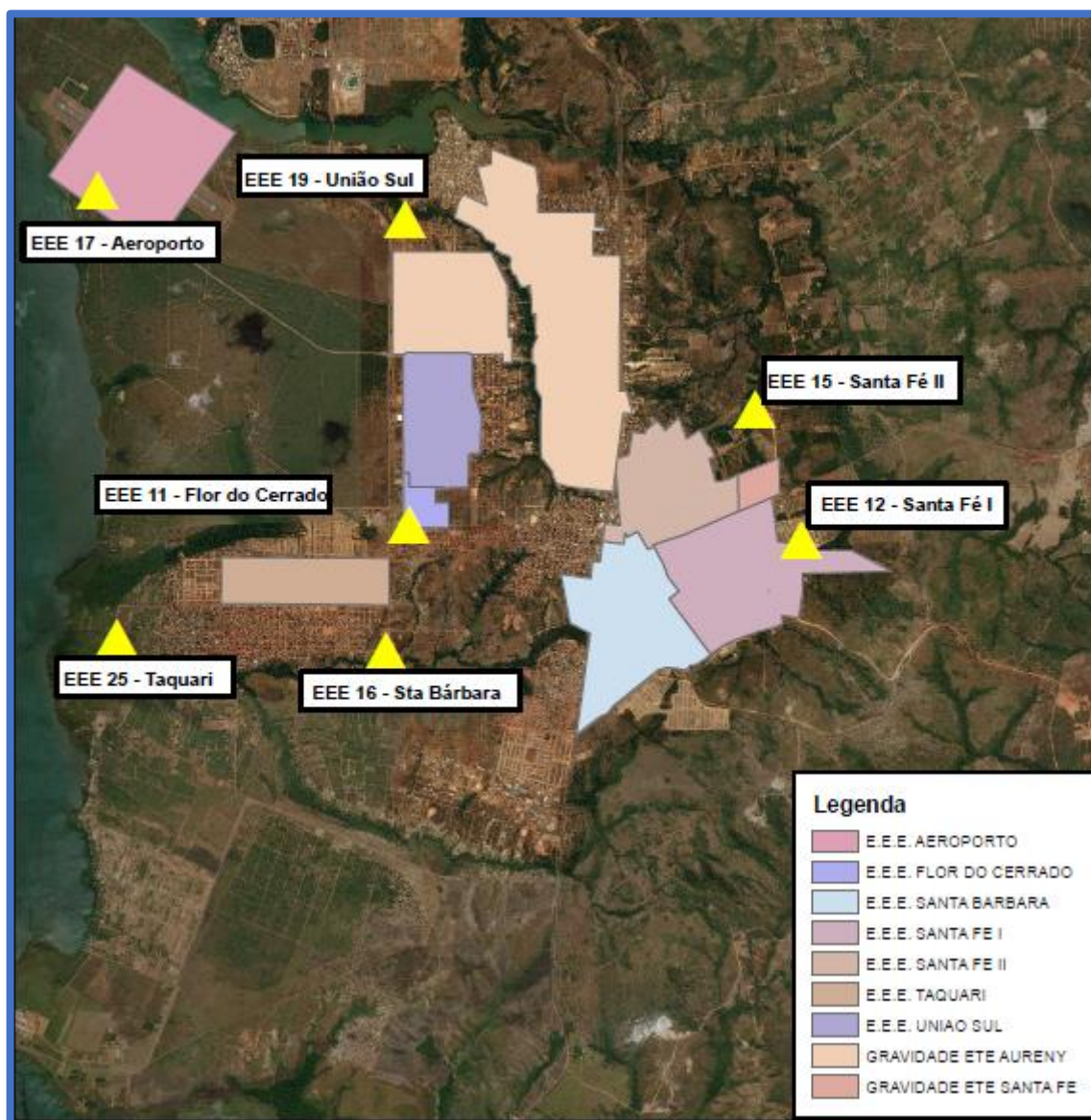
A EEE Santa Fé I localiza-se no Residencial Morada do Sol I e apresenta uma área de 1040 m² e um sistema 1 + 1 de duas bombas centrífugas de 25 cv cada uma com uma vazão de recalque de 25 l/s. A sua linha de recalque é em tubo PVC Ocre de 150 mm e sua chegada é em tubo PVC Ocre de 400 mm.

A EEE Santa Fé II localiza-se no Santa Fé 2ª Etapa e apresenta uma área de 487 m² e um sistema 1 + 1 de duas bombas centrífugas de 20 cv cada uma com uma vazão de recalque de 21,7 l/s. A sua linha de recalque é em tubo PVC Ocre de 150 mm e sua chegada é em tubo PVC Ocre de 250 mm.

A EEE Taquari localiza-se na T-44, no setor Jardim Taquari e apresenta uma área de 5400 m² e um sistema 1 + 1 de duas bombas centrífugas de 50 cv cada uma com uma vazão de recalque de 124 l/s. A sua linha de recalque é em tubo PVC Ocre de 300 mm e sua chegada é em tubo PVC Ocre de 350 mm.

Segue a Figura 16 abaixo que mostra as Estações Elevatórias de Esgoto da região Sul de Palmas:

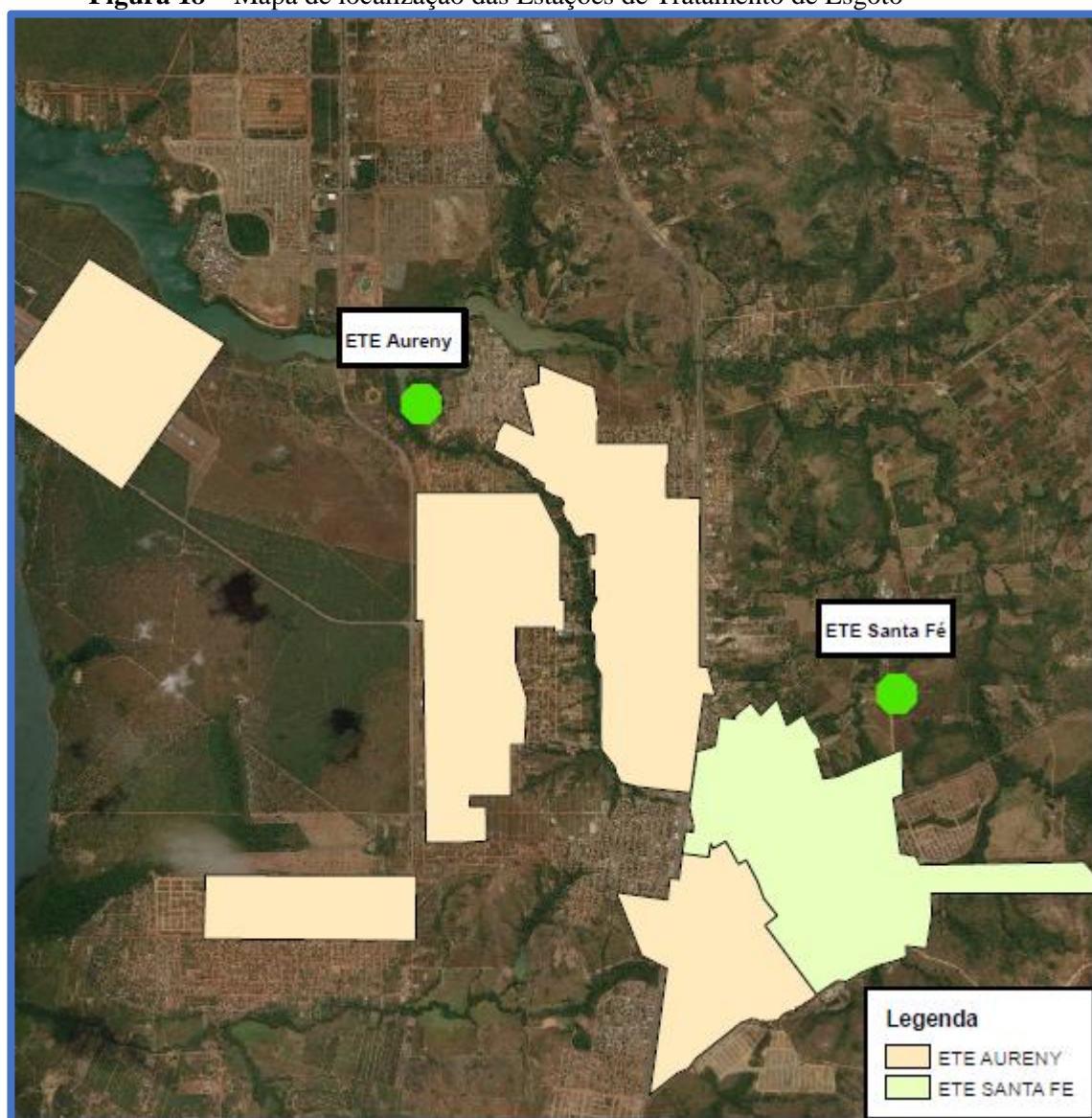
Figura 17 - Localização das Estações Elevatórias de Esgoto da área de estudo



Fonte: Autoria Própria.

3.1.3 Estação de Tratamento de Esgoto

Em conformidade com as informações da concessionária de água de esgoto de Palmas, na região sul da cidade, há duas estações de tratamento de esgoto que são as ETEs Aurenny (Futura ETE Sul) e a ETE Santa Fé que podem ser visualizadas na Figura 17 abaixo.

Figura 18 – Mapa de localização das Estações de Tratamento de Esgoto

Fonte: Autoria Própria.

A ETE Aurenny foi finalizada no ano de 1999 e concebida inicialmente pelo sistema australiano considerado um tratamento biológico, pois é caracterizado por conter uma série de lagos, sendo a primeira lagoa, anaeróbia, a segunda, facultativa, e a terceira é a de maturação, tratando cerca de 49 l/s no início.

Após a última reforma realizada no ano de 2019, a ETE Aurenny começou a tratar 131 l/s sendo composta por uma lagoa anaeróbia, uma lagoa aerada de mistura completa e uma lagoa de sedimentação, sendo caracterizada por ser terciária pelo fato de possuir dois flutuadores por ar dissolvido.

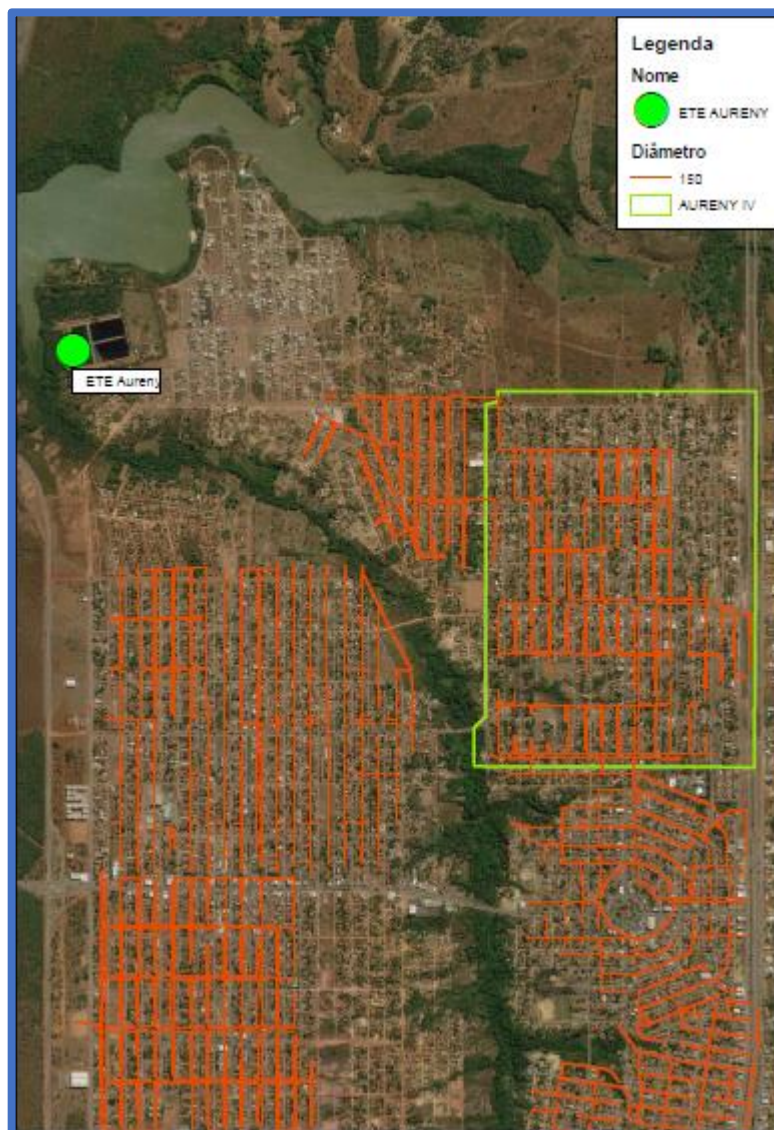
Já em relação à ETE Santa Fé, ela foi inaugurada em 2014 e é composta por 2 (dois) módulos sendo que cada um apresenta capacidade de 10 l/s, totalizando sua capacidade de tratamento em 20 l/s.

Trata-se de uma ETE compacta com um Reator UASB, um RLA (Reator de lodo ativado) e um decantador sendo que o tratamento preliminar é realizado por uma peneira rotativa autolimpante.

A ETE Santa Fé é licenciada para dispor o seu resíduo tratado em solo através de valas de infiltração sendo caracterizada por ser secundária, pois não possui uma unidade para remoção de nutrientes.

3.2 LEVANTAMENTO DAS RESIDÊNCIAS NÃO ATENDIDAS COM COLETA DE ESGOTOS NO BAIRRO AURENY IV

Inicialmente, foi consultado o cadastro técnico do sistema de esgotamento sanitário disponibilizado pela concessionária de água e esgoto da cidade de Palmas a fim de avaliar quais eram as áreas não atendidas por rede coletora de esgoto conforme Figura 18 abaixo.

Figura 19 - Área de Estudo do Presente Trabalho

Fonte: Autoria própria.

A partir da identificação das áreas que não eram atendidas pela rede coletora de esgoto, foi elaborado um mapa planialtimétrico do Aurenj IV a fim de avaliar as áreas que não eram atendidas por rede convencional e quais delas apresentavam topografia favorável para a execução de uma rede condominial de esgoto.

Após sua identificação, foi realizada uma vistoria in loco a fim de avaliar quais residências apresentavam a característica da soleira negativa, isto é, quando o nível do eixo carroçável (via) está acima do nível de terreno das residências, inviabilizando a execução de ligação de esgoto pelo sistema convencional.

3.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DO SISTEMA CONDOMINIAL DE COLETA DE ESGOTOS DAS ÁREAS NÃO ATENDIDAS

Devido à inexistência de uma norma técnica brasileira específica para a elaboração de projetos de rede condominial de esgoto, foram consultadas as normas NBR 9814/87 (Execução de rede coletora de esgoto sanitário), NBR 12266/1986 (Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana) e a NBR 7367/1988 (Projeto e assentamento de tubulações de PVC Rígido para sistemas de esgotamento sanitário).

Em relação à rede condominial e às ligações de esgoto, foram elaboradas tabelas contendo a descrição e quantitativos dos materiais necessários para sua execução. O método construtivo para a realização das ligações de esgoto será a mesma adotada para a rede convencional.

As plantas utilizadas para a elaboração do projeto básico foram extraídas do microparcelamento do município de Palmas a qual pode ser encontrado no Portal GeoPalmas© e também foi consultado o cadastro técnico disponibilizado pela companhia de água e esgoto do município contendo informações planialtimétricas que embasaram na elaboração do traçado do ramal condominial até a sua interligação a uma rede coletora existente.

A fim de elaborar o projeto básico, foram utilizados os softwares MS Excel© e o Autocad© para elaboração do traçado como também o dimensionamento hidráulico da rede condominial de esgoto.

No dimensionamento, foram adotados os seguintes parâmetros:

- Vazão domiciliar Inicial e Final (l/s);
- Taxa de Contribuição Linear Inicial e Final (l/s);
- Contribuição do Trecho (l/s);
- Vazão a montante (l/s);
- Vazão a jusante (l/s);
- Diâmetro (mm): Adotando o valor mínimo de 150 mm;
- Declividade (m/m): Adotando o valor mínimo de 0,0055 m/m;
- Lâmina Líquida (%): Adotando o valor de 75% do diâmetro da tubulação;
- Velocidade Inicial e Final (m/s): Velocidade máxima adotada de 5 m/s;
- Tensão Trativa (Pa): Tensão trativa adotada mínima adotada foi de 1 MPa;
- Velocidade Crítica (m/s): Velocidade Mínima Crítica adotada foi de 5 m/s;

3.3.1 *Vazão domiciliar*

Em conformidade com o mapa cadastral disponibilizado pela concessionária de água e esgoto, há cerca de 208 ligações ativas de água na região de estudo, representando uma população de aproximadamente de 832 habitantes, considerando que há 4 pessoas por domicílio, o que foi considerado como população inicial do projeto (Pop_i).

Em relação ao cálculo da população futura, foi usada a projeção populacional aritmética que é calculada pela equação 9 abaixo:

$$r = (P_1 - P_0) / (t_1 - t_0) \quad (9)$$

Sendo:

r = Incremento Populacional;

P_0 e P_1 = Populações referentes aos tempos t_0 e t_1 ;

t_0 e t_1 = Tempos referentes a dois censos;

Logo:

$$P = P_0 + r(t-t_0) \quad (10)$$

O consumo médio de água adotado per capta foi de 150 l/hab, a qual é a mais que se assemelha ao comportamento da população no Tocantins, especialmente no tocante a Palmas e foram adotados K_1 como 1,2 e K_2 como 1,5 as quais representam com mais precisão o comportamento dos consumos nos maiores dias e horários na cidade.

A cidade de Palmas, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, cresceu a uma taxa de 2,4% de 2019 para 2020, logo tal incremento foi usado para estimar a população do ano de 2019 na área do presente estudo.

3.3.2 *Taxa de contribuição linear*

A rede condominial do presente trabalho foi executada de forma simples e a taxa de infiltração adotada para o cálculo da taxa de contribuição linear foi de 0,0001 l/s.m.

3.3.3 Cotas da geratriz superior do coletor a montante e a jusante

A profundidade adotada para a execução da rede condominial, respeitando os critérios de recobrimento mínimo adotados, foi de 0,60 m por ser uma das características construtivas deste tipo de sistema de esgotamento sanitário. Ainda de acordo com as informações avaliadas do terreno in loco, toda a rede precisará ser executada de forma manual, pois não há viabilidade de execução por equipamentos mais pesados como retroescavadeira e caminhões basculantes por se tratar de uma localidade já consolidado de imóveis construídos ou em fase de construção.

3.4 COMPATIBILIZAÇÃO DO PROJETO ÀS INTEMPÉRIES OPERACIONAIS EXISTENTES

No momento da elaboração do projeto, considerou-se que a rede condominial seria executada no interior dos lotes, por baratear o custo com escavação, reaterro e reposição de pavimento e seria implantada de acordo com a geometria espacial das quadras não atendidas gerando o menor impacto ambiental possível.

Foi necessário também analisar se a nova vazão oriunda como esta nova rede coletora de esgoto ocasionará alguma a necessidade de adequação à rede coletora existente durante a sua interligação e se a unidade de tratamento existente (ETE Aurenny) suportará esta nova vazão.

Foram desenvolvidas planilhas que auxiliarão no dimensionamento hidráulico da rede coletora do sistema condominial.

3.5 IDENTIFICAR A MELHOR FORMA DE INTERLIGAÇÃO DO SISTEMA CONDOMINIAL AO SISTEMA COLETIVO JÁ IMPLANTADO NA ÁREA DE ESTUDO

Foi realizada uma avaliação do cadastro de rede de esgoto cedido pela concessionária do município a fim de avaliar quais eram os PVs existentes mais próximos da área de estudo do presente trabalho. Foi também verificada a profundidade deles como forma de viabilizar a execução da rede condominial com a profundidade adotada de 0,65 m.

Foram elaborados mapas planialtimétricos para avaliar as cotas altas e baixas do terreno pertinente à área de estudo do presente trabalho a fim de cumprir com os critérios e parâmetros de projeto respeitando a declividade mínima adotada de 0,005 m/m no momento do traçado do sistema proposto no sentido da rede coletora já existente.

Concomitantemente, foi realizada uma avaliação topográfica do terreno a fim de identificar como seria o fluxo da rede condominial proposta para os PVs existentes com a finalidade de mitigar os impactos ambientais e avaliar os aspectos construtivos das residências já estabelecidas e a disposição delas em relação à via pública.

3.6 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA CONDOMINIAL PROPOSTO

A fim de identificar os pontos críticos para a implantação e operação do sistema de coleta de esgoto proposto, foi realizada uma visita in loco a fim de avaliar possíveis adversidades naturais como intempéries do terreno, localização das residências, barreiras físicas, desapropriação de casas, obstáculos construtivos das habitações já consolidadas, percepção da população local, pontos em que a declividade mínima poderá não ser cumprida, as quais todos estes casos foram apontados e discutidos durante a elaboração do projeto e na visita ao terreno.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA ONDE AS RESIDÊNCIAS COM SOLEIRAS NEGATIVAS NÃO SÃO ATENDIDAS PELO SISTEMA CONVENCIONAL NO BAIRRO AURENY IV

A partir da consulta ao cadastro técnico do sistema de esgotamento sanitário da área do presente estudo, foram identificadas algumas quadras que não eram atendidas por rede de esgotamento sanitário, a qual pode ser vista na Figura 19 abaixo.

Figura 20 - Rede coletora de esgotamento sanitário na região do objeto de estudo

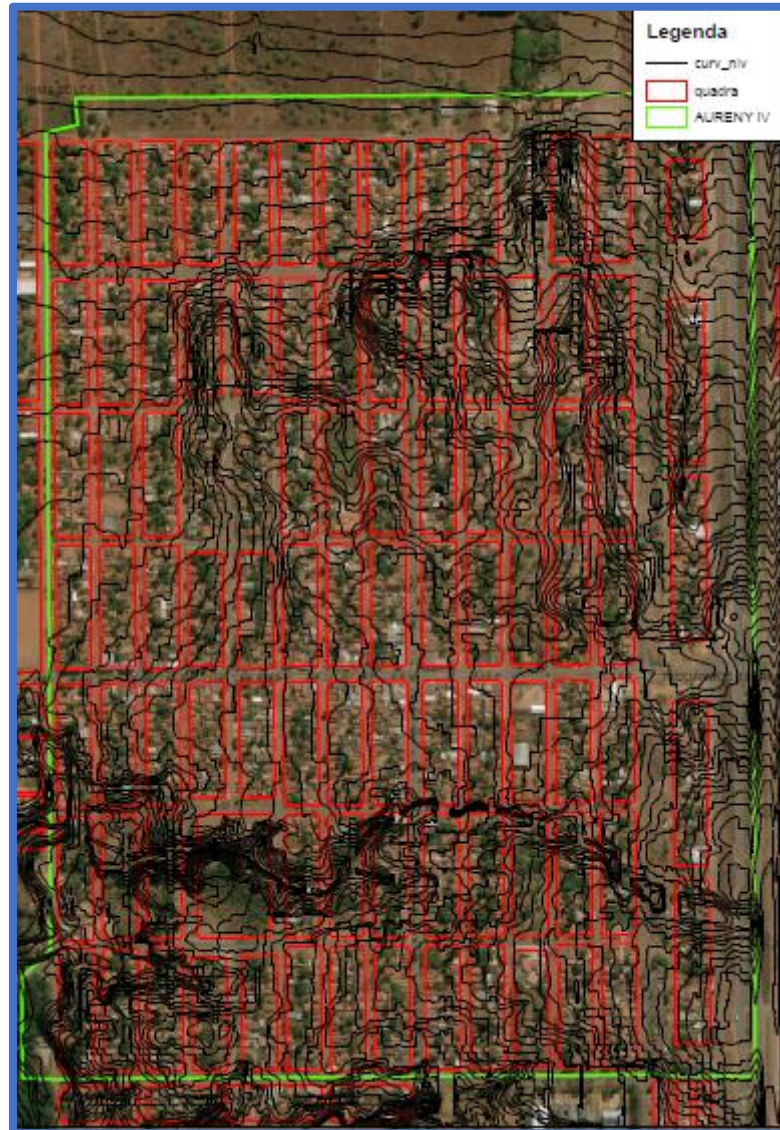


Fonte: Autoria Própria.

A partir da identificação das áreas que não eram atendidas pela rede coletora de esgoto, foi elaborado um mapa planialtimétrico do Aurenny IV a fim de avaliar das áreas que não eram

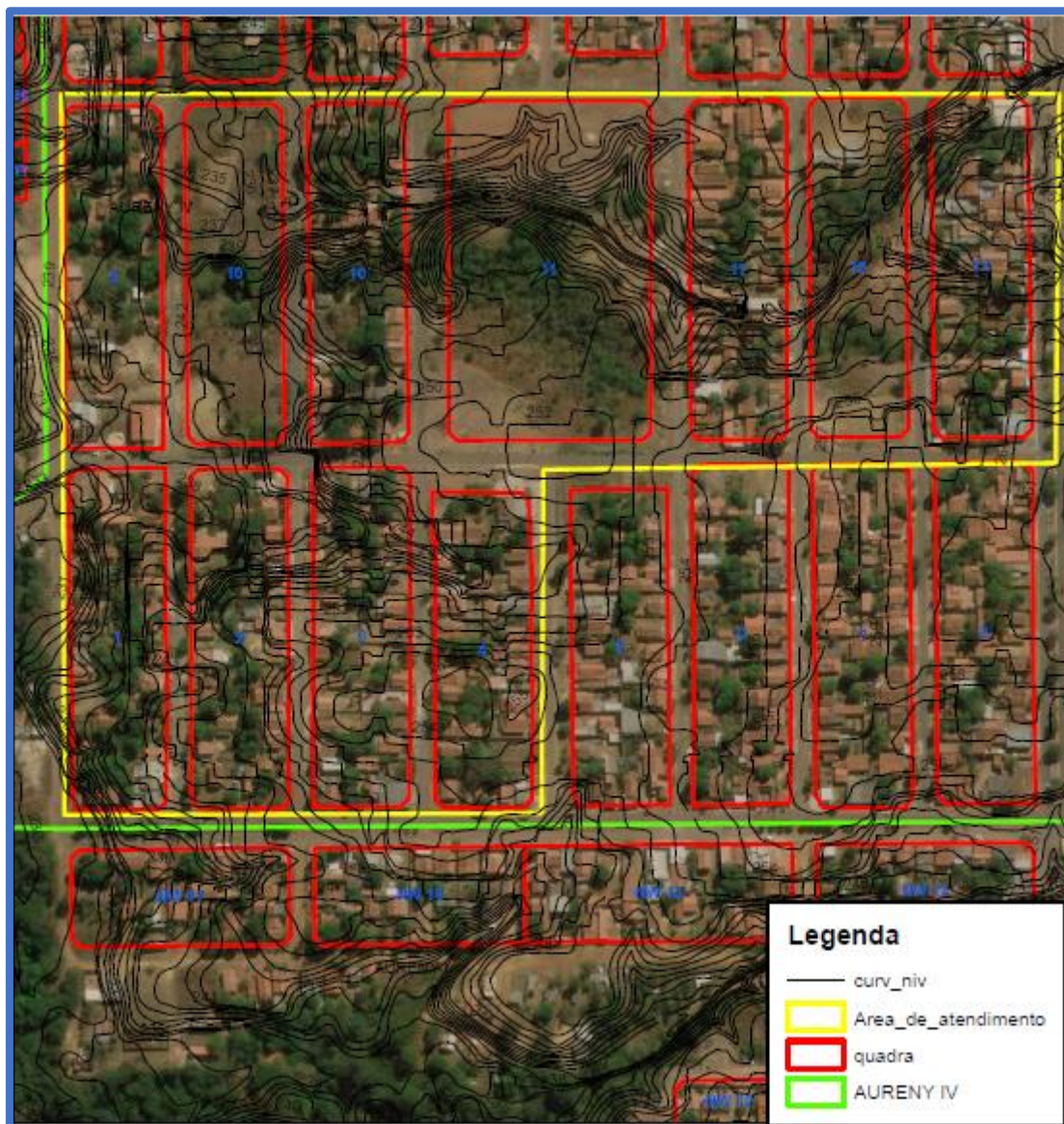
atendidas por rede convencional, quais delas apresentavam topografia favorável para a execução de uma rede condominial de esgoto o que pode ser encontrado na Figura 20 abaixo.

Figura 21 - Mapa planialtimétrico do Aurenly IV



Fonte: Autoria Própria.

Após a devida análise, foram identificadas que as quadras situadas na parte inferior do Aurenly IV apresentavam topografia favorável à execução de uma rede condominial de esgoto, entre as quais, destacam-se as quadras 01 a 04 e 09 a 12, as quais são atendidas apenas parcialmente por rede coletora de esgoto. A topografia de tais quadras pode ser vista na Figura 21 abaixo.

Figura 22 - Mapa Planialtimétrico das quadras 01 a 4 e 09 a 12 do Aurenny IV

Fonte: Autoria Própria.

Identificadas as áreas, foram registradas fotos do local de realização do presente trabalho identificando a característica das soleiras negativas, nível das residências abaixo do nível do greide da pavimentação asfáltica, o que inviabilizaria na execução de ligações de esgoto pelo sistema de esgotamento sanitário do modelo convencional. Tais fotos podem ser encontradas no Anexo Fotográfico no presente trabalho.

Na vistoria in loco também foi identificada que a solução de coleta e destino do esgoto doméstico da área do presente estudo é através de soluções individuais como fossa sépticas, o que pode ser visualizada na Figura 22.

Figura 23 - Solução individual adotada pela população residente na área de estudo



Fonte: Autoria Própria.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DA MELHOR FORMA DE INTERLIGAÇÃO DO SISTEMA CONDOMINIAL AO SISTEMA COLETIVO JÁ IMPLANTADO NA ÁREA DE ESTUDO

A partir da análise da rede coletora de esgoto existente concomitantemente com o mapa planialtimétrico realizado, foram identificados os melhores pontos de interligação do sistema proposto ao sistema existente a qual pode ser vista na Figura 23 abaixo.

Figura 24 - Pontos de Interligação da área de estudo



Fonte: Autoria Própria.

Denota-se que as quadras 01 a 04, o ponto de interligação será no PV 67-B, a qual apresenta uma declividade de 0,04 m obtida através da equação 11 abaixo:

$$i = (232,6 - 232)/15 \quad (11)$$

No tocante às quadras 09 a 12, o ponto de interligação será no PV 30-A, a qual apresenta uma declividade de 0,08 m obtida através da equação 12 abaixo:

$$i = (235,2 - 233)/25 \quad (12)$$

Tais declividades encontradas estão dentro dos critérios e parâmetros de projeto exigidas pelas normas técnicas brasileiras.

4.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO CONDOMINIAL PARA O ATENDIMENTO COM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A elaboração do projeto básico de rede condominial para a área do presente trabalho iniciou-se com os resultados da vazão domiciliar inicial e final (considerado o horizonte de projeto de 25 anos).

O resultado da vazão domiciliar inicial foi calculado a partir da equação 13 abaixo:

$$Q_{d,i} = (150 \cdot 832 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1,5) / 86400 \quad (13)$$

O resultado encontrado foi de $Q_{d,i} = 2,08$ l/s

Já a vazão domiciliar final foi calculada, projetando que a população para o ano de 2046 será de 1352 habitantes. Foi considerada como população (P_0) 812 habitantes, já que a taxa de crescimento populacional adotada foi de 2,4% ao ano. Este resultado foi obtido a partir da equação abaixo:

$$r = (832 - 812) / (2020 - 2019) \quad (14)$$

O resultado encontrado foi de $r = 20$

Logo:

$$P = 812 + 20(2046-2019) \quad (15)$$

O resultado encontrado foi de $P = 1352$ habitantes

Portanto:

$$Q_{d,f} = (150 * 1352 * 0,8 * 1,2 * 1,5) / 86400 \quad (16)$$

O resultado encontrado foi de $Q_{d,f} = 3,38$ l/s

A extensão total da rede condominial foi de 2905 m, apresentando uma profundidade média de 0,65 m e uma estimativa de atendimento a 115 ligações.

Não será necessária readequar o diâmetro da rede existente e a unidade de tratamento de esgoto suportará a vazão oriunda com esta proposta alternativa de rede coletora de esgoto.

A elaboração do traçado do projeto baseou-se em respeitar os limites dos imóveis já estabelecidos, ou seja, o traçado foi desenvolvido para que fosse executada entre os limites de cada lote, tendo o menor impacto possível nas construções já existentes como também às soluções individuais já existentes como fossas sépticas a qual pode ser vista no Anexo III do presente trabalho.

Em relação aos materiais que serão necessários à execução da rede condominial, segue a Tabela 02 abaixo contendo suas descrições e quantitativos.

Tabela 3 - Materiais para a extensão da rede condominial

MATERIAL HIDRÁULICO		
MATERIAL HIDRÁULICO REDE		
TUBO PVC OCRE PB JEI DN 150 MM	MT	2262
PASTA LUBRIFICANTE 400 GR.	UN	292
MATERIAL EM CONCRETO		
TUBO CONC. ARM. DN 200MM X 0,20M	UN	120
TAMPA CONCRETO ARMADO P/CX LIG. DN 200MM E=4CM	UN	120

Fonte: Autoria Própria.

Em relação às ligações de esgoto, elas serão executadas de acordo com a extensão de rede condominial. A forma de ligação de esgoto será similar ao da rede convencional através de tubo de concreto de 20 cm e a tampa de concreto de DN 200 mm.

Será necessária a execução de 115 ligações de esgoto na área do presente estudo.

Segue abaixo a Tabela 03 abaixo contendo a relação de materiais para a execução das ligações de esgoto:

Tabela 4 - Materiais para a execução das ligações de esgoto

MATERIAL EM CONCRETO			
60482	TUBO CONC. ARM. DN 200MM X 0,20M	UN	115
60483	TAMPA CONCRETO ARMADO P/CX LIG. DN 200MM E=4CM	UN	115
MATERIAL HIDRÁULICO			
27922	TUBO PVC OCRE PB JEI DN 100 MM	MT	345
45207	SELIM RED. PVC OCRE DN 150 X 100 MM C/ TRAVA	UN	115
54530	ANEL BORRACHA P/SELIM CORR. ESG. DN 100 MM	UN	115
60485	TIL LIGACAO PREDIAL PVC OCRE BBB JEI DN 100MM	UN	115
60486	ANEL BORRACHA P/TIL DN 100 MM	UN	230
30420	TUBO PVC PB ESGOTO CL-10 DN 100MM	MT	115
42036	ANEL BORRACHA P/ESGOTO BRANCO DN 100 MM	UN	115
43251	PASTA LUBRIFICANTE 400 GR.	UN	14,00

Fonte: Aatoria Própria.

A planilha de dimensionamento do presente trabalho pode ser encontrada no Anexo II do presente trabalho.

4.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS PARA OPERAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA CONDOMINIAL PROPOSTO

4.4.1 Problemas Identificados

No tocante à identificação dos pontos críticos de operação e implantação do sistema, destacam-se as dificuldades que foram enfrentadas na implantação do sistema condominial.

4.4.2 Execução da rede condominial de esgoto

Houve uma dificuldade na escolha do tipo de traçado do ramal condominial, pois a intenção era reduzir o custo de corte de pavimento (calçada, meio-fio e asfalto) a fim de não gerar tantos impactos ambientais significativos no local como também na implantação das caixas de inspeção do ramal que geralmente localizam-se no fundo do lote da população atendida.

Outros impactos decorrentes da escolha do traçado podem ser resumidos nos seguintes itens:

- Dificuldade de uso de máquinas pesadas para a execução da rede, pois devido se tratar de uma área já consolidada habitacionalmente, toda a execução da rede será de forma manual;

- Tempo de execução da rede longo, pois como a obra será executada de forma manual, a produtividade das equipes será baixa se comparada ao sistema convencional;
- Área de atendimento extensa;
- Dificuldade na realização das ligações de esgoto pela existência de soluções individuais e o pequeno espaço existente dentro dos lotes.

4.4.3 Operação e Manutenção do Sistema

Outra dificuldade encontrada foi em relação à operação do sistema, pois para que esta alternativa de esgoto também seja significativa na questão do desenvolvimento da sustentabilidade, é necessária que a própria população local seja responsável pela operação do sistema realizando atividades de limpeza e desobstrução da rede condominial de esgoto como de seus órgãos acessórios quando surgirem.

O que foi encontrado in loco foi uma perceptividade negativa em relação a uma possível futura operação do sistema, pois geraria custos as quais a população local não conseguiria arcar.

Logo, o desafio será fomentar a vontade na população local de estar auxiliando na manutenção do sistema como não conectar à rede de captação de água pluvial à rede condominial de esgoto e o descarte consciente de resíduos sólidos, portanto será necessário desenvolver campanhas de educação ambiental de porta em porta ou em lugares públicos a partir de apresentações de slides ou oficinas interativas.

5 CONCLUSÃO

Em relação ao desenvolvimento do presente trabalho, seguem abaixo as conclusões obtidas.

- Foram identificadas as quadras que não eram atendidas por rede coletora de esgoto no Aurenny IV, as quais foram as quadras 01, 02, 03,04, 09,10,11 e 12 e apresentaram topografia favorável para o desenvolvimento da rede condominial de esgoto de acordo com os critérios e parâmetros adotados.
- A rede condominial é viável para o atendimento à população do presente trabalho, pois respeita todas os critérios técnicos e parâmetros previstos nas normativas técnicas vigentes.
- A rede condominial executada pode ser interligada à rede coletora existente por gravidade, chegando ao PV de interligação com profundidade compatível.
- Foram identificados alguns pontos críticos de implantação e operação, o quais estão relacionados à operação do sistema proposto pela população local, logo desafio será fomentar a vontade na população local de estar auxiliando na manutenção do sistema como não conectar à rede de captação de água pluvial à rede condominial.
- Promove também a importância da vistoria técnica durante a execução das obras públicas de saneamento por parte do Poder Concedente como também da concessionária de água e esgoto sobre as condições topográficas de um novo loteamento de casas a ser entregue a fim de estudar se o sistema convencional de esgoto será o mais viável para o local e avaliar se outras alternativas existentes podem estar sendo aplicadas como também a conversão de áreas não habitadas existentes que não apresentam critérios técnicos de execução de rede de esgoto já identificados em áreas verdes para o desenvolvimento da qualidade de vida da população circum-vizinha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, H.V.D; MORAES, L.R.S. Limitações Institucionais no acesso aos recursos do Saneamento Básico: Uma análise a partir do PAC FUNASA para Esgotamento Sanitário na Bahia. In: ASSEMBLEIA NACIONAL DA ASSEMAE, 46, 2016. Jaraguá do Sul. **Anais**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: Estudos de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, p.1, 1986.

_____. **NBR 72289: Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos**. Rio de Janeiro, p.15, 1993.

_____. **NBR 9814: Execução da Rede Coletora de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, p.19, 1987.

_____. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade: Terminologia**. Rio de Janeiro. p.23, 1994.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

_____. Fundação Nacional da Saúde. **Manual do Saneamento**. 4.ed. Brasília: FUNASA, 2015. 642 p.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Plano Nacional por Amostra de Domicílio Contínua**. 2018 - Relatório. IBGE, 2018.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. 2018 - Relatório. IBGE, 2008.

_____. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Plano Nacional do Saneamento Básico. Brasília, DF, jan. 2007.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005**.

_____. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2017**, Brasília: SNIS, 2017.

_____. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2019**, Brasília: SNIS, 2019.

CARDOSO, A. L. Irregularidade urbanística: questionando algumas hipóteses. **Cadernos IPPUR**, Rio de Janeiro, ano XVII, n. 1, 2007, p. 35-50.

CAMPOS, G.F. **Estudo Comparativo entre dois sistemas de coleta de esgoto: A vácuo e por gravidade.** 2007. 105 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária), Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CANDIDO, J. L. Falhas de mercado e regulação no saneamento básico. *Revista Eletrônica informe econômico*, Ano 1, n. 1, ago., p. 85-89, 2013.

CORREA, P.P. **Sistema de Esgotamento Sanitário à Vácuo:** Avaliação econômica da sua aplicação em regiões planas, litorâneas e com nível de lençol freático elevado. 2007. 128 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CORREA, S.M.A.O, VON SPERLING, M. Potenciais Impactos de Sistemas Estáticos de Esgotamento Sanitário na Água Subterrânea — Revisão de literatura. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2011, v.16. n.4.

GOMES, P.M; HARADA, A.L. As questões ambiental, técnica e implicação social da locação das unidades operacionais de esgoto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...**

GOMES, F.D. Aspectos do Saneamento: Brasil e Uruguai. **Revista de Ciências Jurídicas e Sociais**, 2019, v.09, n.01.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS. **Portal Eletrônico**. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br>. Acesso em: 08 fev. 2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Estudo mostra que diarreia, dengue e leptospirose crescem em cidades com saneamento básico precário.**SL, 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL – ITB. **Portal Eletrônico**. Disponível em:< <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>>.Acessado em set. 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos.** Rio de Janeiro: ABTE, 2011 apud PAFFRATH, S.F. **Utilização do Sistema Condominial como Alternativa de Esgotamento:** Histórico, Fundamentos e Comparação com um Sistema Convencional. 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Produção Civil) - Departamento Acadêmico da Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

KLIGERMAN, D.C. **Esgotamento Sanitário:** De Alternativas Tecnológicas A Tecnologias Apropriadas - Uma Análise No Contexto Brasileiro. 1995, 169 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

LEITÃO, A.F. **Coleta de Esgoto Condominial x Convencional para o Norte do Brasil**. 2016. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.

LOBO, L. **Saneamento Básico: Em busca da universalização**. Brasília: CEF, 2003.

MELO, F.P.L; ARAÚJO, A.L.C. Análise das Viabilidades Técnica e Econômica do Sistema de Coleta de Esgotos Condominial em Natal – RN: Uma Visão Prática da Operação e Manutenção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26., 2011, Porto Alegre. **Anais...**

MELO, J.V.S. **Os impactos causados por aportes indevidos de rejeitos na rede coletora de esgoto no Distrito Federal**. 2018.78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018.

MOLFI, P.R. **A urbanização e os impactos ambientais em Palmas: o caso do Jardim Aurenay III**. 2009. 130 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MORETTI, R.S, et al. Universalização do Saneamento: Possibilidades para Superar o Déficit dos Assentamentos Precários Urbanos. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE URBANIZAÇÃO DE FAVELAS. 3. 2018, São Paulo, **Anais...**

NASCIMENTO, G.A. **Saneamento Básico em Áreas Urbanas Pobres: Planejamento e gestão de programas na região Sul do Brasil**. 2004. 232 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

NETO, C. O. de A. Participação da comunidade na implantação e na operação de sistemas de esgoto, 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais, Rio de Janeiro, 1999 apud OLIVEIRA, L.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**. 2017.24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

NITATORI, D.H. **Avaliação Operacional de estação elevatória de esgoto utilizando eficiência energética: Estudo de caso na cidade de Itai/São Paulo**. 2016. 144 f. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Campinas, Campinas, 2016.

OLIVEIRA, B.G. de. **Análise Comparativa entre os Sistemas de Coleta e de Esgoto Convencional e Condominial**. 2011, 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

OLIVEIRA, M.T.C.S de; MORAES, L.R.S. A Tecnologia Adequada e o Sistema Condominial de Esgoto Sanitário: Uma Revisão Conceitual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...**

OLIVEIRA, L.R.R. **Análise dos Custos de manutenção e operação do sistema de esgotamento sanitário do tipo condominial do bairro de Santos Reis, Natal - RN.** 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

OTTONI, A.B.; OTTONI, A.B. A Importância da Preservação dos Mananciais de Água para a Saúde e Sobrevivência do Ser Humano. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 20.1999, João Pessoa. **Anais...**

PAFFRATH, S.F. **Utilização do Sistema Condominial como Alternativa de Esgotamento: Histórico, Fundamentos e Comparação com um Sistema Convencional.** 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Produção Civil) - Departamento Acadêmico da Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SCARAMUSSA, S. M.; HENKES, J. A. A utilização do sistema condominial de esgotamento sanitário como política pública para universalização do atendimento com redes de esgoto: O exemplo clássico do Distrito Federal. **Revista de Gestão Sustentável Ambiental**, 2014, v. 03, n. 01, p. 310-339.

SILVA, P. M. D. A. D. **Avaliação do sistema de esgotamento sanitário da região administrativa de Sobradinho I.** Brasília: Faculdades Integradas Promove, 2013.

REZENDE, S.C. (Coord.). BAPTISTA, M. B. et al. **Investimentos em saneamento básico: análise histórica e estimativa de necessidades.** Brasília: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011. 277 p. (Panorama do Saneamento Básico no Brasil, v.5).

RODRIGUES, K.C.T.T; VENSON, A.H; CAMARA, M.R.G. Distribuição Espacial do Acesso aos Serviços de Saneamento Básico nas Microrregiões Brasileiras de 2006 a 2013. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, 2019, v.15, n.01, p.137-151

TSUTIYA, M. T.,SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário.** 3ª edição. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, 548 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Water, Sanitation and Hygiene Links to Health. November, 2004.

6 ANEXO I - RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



7 ANEXO II – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO

Segue abaixo a Tabela 04 contendo os resultados encontrados para o dimensionamento hidráulico do presente trabalho.

Tabela 5 - Planilha de Dimensionamento Hidráulico

PVm - PVj (Trecho)	Extensão (m)	Taxa de	Contr.do	Vazão a	Vazão a	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Cota do	Cota do	Prof. do	Lâmina	Vi	Tensão Trativa (Pa)	Vc (m/s)
		Contr. Lin. (l / s .km)	Trecho (l / s)	Montante (l / s)	Jusante (l / s)			Terreno (m)	Coletor (m)	Coletor (m)	Líquida (Y/D)	(m/s)		
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial			Montante	Montante	Montante	Inicial	Vf		
		Final	Final	Final	Final			Jusante	Jusante	Jusante	Final	(m/s)		
TL 01 - PV 01	25	0,275	0,007	0	1,500	150	0,04	249	249,450	0,45	0,15	0,89	5,61	2,22
1-1		0,393	0,010	0	1,500			248	248,600	0,6	0,1509453	0,89		
PV 01 - PV 02	16,2	0,343	0,006	0,007	1,500	150	0,062	248	248,600	0,6	0,14	1,04	7,88	2,12
1-2		0,526	0,009	0,010	1,500			247	247,600	0,6	0,1357972	1,04		
PV 02 - PV 03	11,5	0,421	0,005	0,012	1,500	150	0,043	247	247,600	0,6	0,15	0,92	5,93	2,21
1-3		0,679	0,008	0,018	1,500			246,5	247,100	0,6	0,1483461	0,92		
PV 03 - PV 04	8,9	0,501	0,004	0,017	1,500	150	0,056	246,5	247,100	0,6	0,14	1,01	7,28	2,14
1-4		0,834	0,007	0,026	1,500			246	246,600	0,6	0,1391645	0,43		
PV 04 - PV 05	9	0,497	0,004	0,022	1,500	150	0,111	246	246,600	0,6	0,25	0,43	1,11	2,80
1-5		0,826	0,007	0,034	1,500			245	245,600	0,6	0,25	0,43		
PV 05 - PV 06	19,2	0,313	0,006	0,092	1,500	150	0,026	245	245,600	0,6	0,25	0,43	1,11	2,80
1-6		0,467	0,009	0,143	1,500			244,5	245,100	0,6	0,25	0,43		
PV 06 - PV 07	24,4	0,278	0,007	0,098	1,500	150	0,02	244,5	245,100	0,6	0,25	0,43	1,11	2,80
1-7		0,399	0,010	0,152	1,500			244	244,600	0,6	0,25	0,43		
PV 07 - PV 08	12	0,410	0,021	0,105	1,500	150	0,033	244	244,600	0,6	0,25	0,45	1,21	2,76
1-8		0,657	0,130	0,161	1,500			243,6	244,200	0,6	0,24	0,43		
PV 08 - PV 09	28	0,261	0,007	0,126	1,500	150	0,021	243,6	244,200	0,6	0,18	0,71	3,40	2,39
1-9		0,367	0,010	0,291	1,500			243	243,600	0,6	0,1765783	0,71		
PV 09 - PV 10	9	0,497	0,004	0,133	1,500	150	0,111	243	243,600	0,6	0,12	1,28	12,37	1,98
1-10		0,826	0,007	0,302	1,500			242	242,600	0,6	0,1180623	1,28		

PV 10 - PV 11	19	0,314	0,006	0,138	1,500	150	0,011	242	242,600	0,6	0,21	0,57	2,05	2,57
1-11		0,470	0,009	0,309	1,500			241,8	242,400	0,6	0,207018	0,57		
PV 11 - PV 12	7	0,596	0,004	0,144	1,500	150	0,057	241,8	242,400	0,6	0,14	1,01	7,38	2,14
1-12		1,019	0,007	0,318	1,500			241,4	242,000	0,6	0,1385678	1,01		
PV 12 - PV 13	19	0,314	0,006	0,148	1,500	150	0,021	241,4	242,000	0,6	0,18	0,71	3,40	2,39
1-13		0,470	0,009	0,325	1,500			241	241,600	0,6	0,1765783	0,71		
PV 13 - PV 14	11	0,434	0,005	0,231	1,500	150	0,027	241	241,600	0,6	0,17	0,78	4,13	2,32
1-14		0,703	0,008	0,450	1,500			240,7	241,300	0,6	0,1660674	0,78		
PV 14 - PV 15	9	0,497	0,004	0,236	1,500	150	0,044	240,7	241,300	0,6	0,15	0,92	6,04	2,20
1-15		0,826	0,007	0,458	1,500			240,3	240,900	0,6	0,1474952	0,92		
PV 15 - PV 16	23	0,286	0,007	0,240	1,500	150	0,013	240,3	240,900	0,6	0,20	0,60	2,34	2,52
1-16		0,415	0,010	0,465	1,500			240	240,600	0,6	0,1986528	0,60		
PV 16 - PV 17	14	0,373	0,005	0,247	1,500	150	0,071	240	240,600	0,6	0,13	1,09	8,75	2,09
1-17		0,585	0,008	0,475	1,500			239	239,600	0,6	0,1314264	1,09		
PV 17 - PV 18	42	0,224	0,009	0,252	1,500	150	0,012	239	239,600	0,6	0,20	0,59	2,20	2,54
1-18		0,295	0,012	0,483	1,500			238,5	239,100	0,6	0,2026074	0,59		
PV 18 - PV 19	16	0,345	0,006	0,328	1,500	150	0,031	238,5	239,100	0,6	0,16	0,82	4,60	2,29
1-18		0,530	0,008	0,594	1,500			238	238,600	0,6	0,1605744	0,82		
PV 19 - PV 20	30	0,254	0,008	0,333	1,500	150	0,017	238	238,600	0,6	0,19	0,66	2,88	2,45
1-19		0,353	0,011	0,602	1,500			237,5	238,100	0,6	0,1859588	0,66		
PV 20 - PV 21	9	0,497	0,004	0,341	1,500	150	0,056	237,5	238,100	0,6	0,14	1,01	7,28	2,14
1-20		0,826	0,007	0,613	1,500			237	237,600	0,6	0,1391645	1,01		
PV 21 - PV 22	15	0,358	0,005	0,345	1,500	150	0,133	237	237,600	0,6	0,11	1,36	14,23	1,94
1-21		0,556	0,008	0,620	1,500			235	235,600	0,6	0,1130665	1,36		
PV 22 - PV 23	16	0,345	0,006	0,351	1,500	150	0,125	235	235,600	0,6	0,11	1,33	13,56	1,96
1-22		0,530	0,008	0,628	1,500			233	233,600	0,6	0,11	1,33		
PV 23 - PV 24	16	0,345	0,006	0,356	1,500	150	0,025	233	233,600	0,6	0,17	0,76	3,89	2,34
1-23		0,530	0,008	0,637	1,500			232,6	233,200	0,6	0,17	0,76		
TL 02 - PV 25	21,5	0,295	0,006	0,000	1,500	150	0,009	255	255,600	0,6	0,22	0,53	1,75	2,62
2-1		0,433	0,009	0,000	1,500			254,8	255,400	0,6	0,22	0,53		
PV 25 - PV 26	39	0,230	0,009	0,006	1,500	150	0,085	254,8	255,400	0,6	0,13	1,16	10,06	2,04
2-2		0,306	0,012	0,009	1,500			251,5	252,100	0,6	0,13	1,16		
PV 26 - PV 27	7,2	0,583	0,004	0,015	1,500	150	0,028	251,5	252,100	0,6	0,16	0,79	4,25	2,31
2-3		0,995	0,007	0,021	1,500			251,3	251,900	0,6	0,16	0,79		
PV 27 - PV 28	29	0,258	0,007	0,020	1,500	150	0,114	251,3	251,900	0,6	0,12	1,29	12,63	1,98

2-4		0,360	0,010	0,028	1,500			248	248,600	0,6	0,12	1,29		
PV 28 - PV 29	7	0,596	0,004	0,027	1,500	150	0,143	248	248,600	0,6	0,11	1,40	15,06	1,93
2-5		1,019	0,007	0,039	1,500			247	247,600	0,6	0,11	1,40		
PV 29 - PV 05	4	0,930	0,004	0,031	0,035	150	0,5	247	247,600	0,6	0,08	2,16	39,67	1,67
2-6		1,671	0,007	0,046	0,053			245	245,600	0,6	0,08	2,16		
TL 03 - PV 30	20,7	0,301	0,006	0,000	1,500	150	0,014	249	249,600	0,6	0,20	0,62	2,48	2,50
3-1		0,444	0,009	0,000	1,500			248,7	249,300	0,6	0,20	0,62		
PV 30 - PV 31	12,8	0,394	0,005	0,006	1,500	150	0,023	248,7	249,300	0,6	0,17	0,74	3,65	2,37
3-2		0,625	0,008	0,009	1,500			248,4	249,000	0,6	0,17	0,74		
PV 31 - PV 32	13	0,390	0,005	0,011	1,500	150	0,031	248,4	249,000	0,6	0,16	0,82	4,60	2,29
3-3		0,618	0,008	0,017	1,500			248	248,600	0,6	0,16	0,82		
PV 32 - PV 33	10,3	0,453	0,005	0,016	1,500	150	0,039	248	248,600	0,6	0,15	0,89	5,50	2,23
3-4		0,741	0,008	0,025	1,500			247,6	248,200	0,6	0,15	0,89		
PV 33 - PV 34	13,8	0,376	0,005	0,021	1,500	150	0,029	247,6	248,200	0,6	0,16	0,80	4,37	2,31
3-5		0,591	0,008	0,033	1,500			247,2	247,800	0,6	0,16	0,80		
PV 34 - PV 05	12,2	0,406	0,005	0,026	1,500	150	0,18	247,2	247,800	0,6	0,11	1,51	17,99	1,88
3-6		0,649	0,008	0,041	1,500			245	245,600	0,6	0,11	1,51		
TL 04 - PV 35	17,5	0,328	0,006	0,000	1,500	150	0,034	255	255,600	0,6	0,1570353	0,84	4,94	2,27
4-1		0,498	0,009	0,000	1,500			254,4	255,000	0,6	0,1570353	0,84		
PV 35 - PV 36	3,8	0,971	0,004	0,006	1,500	150	0,053	254,4	255,000	0,6	0,141028	0,99	6,97	2,16
4-2		1,751	0,007	0,009	1,500			254,2	254,800	0,6	0,141028	0,99		
PV 36 - PV 37	7,6	0,561	0,004	0,009	1,500	150	0,158	254,2	254,800	0,6	0,108493	1,45	16,26	1,91
4-3		0,951	0,007	0,015	1,500			253	253,600	0,6	0,108493	1,45		
PV 37 - PV 38	16,1	0,344	0,006	0,014	1,500	150	0,124	253	253,600	0,6	0,1149862	1,33	13,48	1,96
4-4		0,528	0,008	0,023	1,500			251	251,600	0,6	0,1149862	1,33		
PV 38 - PV 39	13,9	0,374	0,005	0,019	1,500	150	0,144	251	251,600	0,6	0,11095	1,40	15,14	1,93
4-5		0,588	0,008	0,031	1,500			249	249,600	0,6	0,11095	1,40		
PV 39 - PV 40	42,5	0,223	0,009	0,024	1,500	150	0,047	249	249,600	0,6	0,1451572	0,95	6,35	2,18
4-6		0,293	0,012	0,039	1,500			247	247,600	0,6	0,1451572	0,95		
PV 40 - PV 41	23	0,286	0,007	0,034	1,500	150	0,174	247	247,600	0,6	0,1060307	1,50	17,53	1,89
4-7		0,415	0,010	0,052	1,500			243	243,600	0,6	0,1060307	1,50		
PV 41 - PV 13	37	0,234	0,009	0,041	1,500	150	0,054	243	243,600	0,6	0,1403946	0,99	7,08	2,15
4-8		0,314	0,012	0,061	1,500			241	241,600	0,6	0,1403946	0,99		
TL 05 - PV 42	27	0,266	0,007	0,000	1,500	150	0,037	246	246,600	0,6	0,1538396	0,87	5,28	2,24
5-1		0,375	0,010	0,000	1,500			245	245,600	0,6	0,1538396	0,87		

PV 42 - PV 43	16,4	0,340	0,006	0,007	1,500	150	0,061	245	245,600	0,6	0,1363231	1,04	7,78	2,12
5-2		0,521	0,009	0,010	1,500			244	244,600	0,6	0,1363231	1,04		
PV 43 - PV 44	14	0,373	0,005	0,013	1,500	150	0,071	244	244,600	0,6	0,1314264	1,09	8,75	2,09
5-3		0,585	0,008	0,019	1,500			243	243,600	0,6	0,1314264	1,09		
PV 44 - PV 45	20	0,306	0,006	0,018	1,500	150	0,1	243	243,600	0,6	0,1210483	1,23	11,41	2,01
5-4		0,454	0,009	0,027	1,500			241	241,600	0,6	0,1210483	1,23		
PV 45 - PV 13	6,5	0,630	0,004	0,024	1,500	150	0,215	241	241,600	0,6	0,1008343	1,61	20,65	1,84
5-5		1,086	0,007	0,036	1,500			239,6	240,200	0,6	0,1008343	1,61		
TL 06 - PV 46	12,4	0,402	0,005	0,000	1,500	150	0,081	250	250,600	0,6	0,12734	1,15	9,69	2,06
6-1		0,641	0,008	0,000	1,500			249	249,600	0,6	0,12734	1,15		
PV 46 - PV 47	16,5	0,339	0,006	0,005	1,500	150	0,03	249	249,600	0,6	0,1618789	0,81	4,48	2,30
6-2		0,519	0,009	0,008	1,500			248,5	249,100	0,6	0,1618789	0,81		
PV 47 - PV 48	11,7	0,417	0,005	0,011	1,500	150	0,085	248,5	249,100	0,6	0,1258735	1,16	10,06	2,04
6-3		0,670	0,008	0,017	1,500			247,5	248,100	0,6	0,1258735	1,16		
PV 48 - PV 49	17	0,334	0,006	0,015	1,500	150	0,029	247,5	248,100	0,6	0,163223	0,80	4,37	2,31
6-4		0,508	0,009	0,024	1,500			247	247,600	0,6	0,163223	0,80		
PV 49 - PV 50	11,1	0,431	0,005	0,021	1,500	150	0,045	247	247,600	0,6	0,1467141	0,93	6,14	2,20
6-5		0,698	0,008	0,033	1,500			246,5	247,100	0,6	0,1467141	0,93		
PV 50 - PV 51	14,8	0,361	0,005	0,026	1,500	150	0,169	246,5	247,100	0,6	0,1067697	1,48	17,13	1,89
6-6		0,561	0,008	0,041	1,500			244	244,600	0,6	0,1067697	1,48		
PV 51 - PV 52	25	0,275	0,007	0,031	1,500	150	0,08	244	244,600	0,6	0,1277238	1,14	9,60	2,06
6-7		0,393	0,010	0,049	1,500			242	242,600	0,6	0,1277238	1,14		
PV 52 - PV 53	41	0,226	0,009	0,043	1,500	150	0,049	242	242,600	0,6	0,143708	0,96	6,56	2,17
6-8		0,298	0,012	0,067	1,500			240	240,600	0,6	0,143708	0,96		
PV 53 - PV 18	35	0,239	0,008	0,058	1,500	150	0,043	240	240,600	0,6	0,1483461	0,92	5,93	2,21
6-9		0,324	0,011	0,087	1,500			238,5	239,100	0,6	0,1483461	0,92		
TL 07 - PV 54	19	0,314	0,006	0,000	1,500	150	0,053	245	245,600	0,6	0,141028	0,99	6,97	2,16
7-1		0,470	0,009	0,000	1,500			244	244,600	0,6	0,141028	0,99		
PV 54 - PV 55	42	0,224	0,009	0,006	1,500	150	0,024	244	244,600	0,6	0,1709118	0,75	3,77	2,35
7-2		0,295	0,012	0,009	1,500			243	243,600	0,6	0,1709118	0,75		
PV 55 - PV 56	20,5	0,302	0,006	0,015	1,500	150	0,098	243	243,600	0,6	0,1216431	1,22	11,23	2,01
7-3		0,447	0,009	0,021	1,500			241	241,600	0,6	0,1216431	1,22		
PV 56 - PV 61	15	0,358	0,005	0,022	1,500	150	0,333	241	241,600	0,6	0,0908744	1,88	28,96	1,75
7-4		0,556	0,008	0,030	1,500			236	236,600	0,6	0,0908744	1,88		
TL 08 - PV 57	18	0,323	0,006	0,000	1,500	150	0,017	239	239,600	0,6	0,1859588	0,66	2,88	2,45

8-1		0,488	0,009	0,000	1,500			238,7	239,300	0,6	0,1859588	0,66		
PV 57 - PV 58	13,5	0,381	0,005	0,006	1,500	150	0,022	238,7	239,300	0,6	0,1745722	0,72	3,52	2,38
8-2		0,601	0,008	0,009	1,500			238,4	239,000	0,6	0,1745722	0,72		
PV 58 - PV 59	11,3	0,426	0,005	0,011	1,500	150	0,035	238,4	239,000	0,6	0,1559208	0,85	5,05	2,26
8-3		0,688	0,008	0,017	1,500			238	238,600	0,6	0,1559208	0,85		
PV 59 - PV 60	16,3	0,341	0,006	0,016	1,500	150	0,061	238	238,600	0,6	0,1363231	1,04	7,78	2,12
8-4		0,523	0,009	0,025	1,500			237	237,600	0,6	0,1363231	1,04		
PV 60 - PV 61	18,8	0,316	0,006	0,048	1,500	150	0,053	237	237,600	0,6	0,141028	0,99	6,97	2,16
8-5		0,474	0,009	0,072	1,500			236	236,600	0,6	0,141028	0,99		
PV 61 - PV 62	13	0,390	0,005	0,054	1,500	150	0,077	236	236,600	0,6	0,128878	1,13	9,32	2,07
8-6		0,618	0,008	0,081	1,500			235	235,600	0,6	0,128878	1,13		
PV 62 - PV 63	13	0,390	0,005	0,059	1,500	150	0,077	235	235,600	0,6	0,128878	1,13	9,32	2,07
8-7		0,618	0,008	0,089	1,500			234	234,600	0,6	0,128878	1,13		
PV 63 - PV 24	40,1	0,228	0,009	0,064	1,500	150	0,035	234	234,600	0,6	0,1559208	0,85	5,05	2,26
8-8		0,302	0,012	0,097	1,500			232,6	233,200	0,6	0,1559208	0,85		
TL 09 - PV 64	25,2	0,274	0,007	0,000	1,500	150	0,04	254	254,600	0,6	0,1509453	0,89	5,61	2,22
9-1		0,391	0,010	0,000	1,500			253	253,600	0,6	0,1509453	0,89		
PV 64 - PV 65	18,2	0,321	0,006	0,007	1,500	150	0,055	253	253,600	0,6	0,1397624	1,00	7,18	2,15
9-2		0,484	0,009	0,010	1,500			252	252,600	0,6	0,1397624	1,00		
PV 65 - PV 66	4,7	0,814	0,004	0,013	1,500	150	0,106	252	252,600	0,6	0,1193647	1,26	11,94	1,99
9-3		1,444	0,007	0,019	1,500			251,5	252,100	0,6	0,1193647	1,26		
PV 66 - PV 67	11	0,434	0,005	0,034	1,500	150	0,045	251,5	252,100	0,6	0,1467141	0,93	6,14	2,20
9-4		0,703	0,008	0,049	1,500			251	251,600	0,6	0,1467141	0,93		
PV 67 - PV 68	29,2	0,257	0,008	0,039	1,500	150	0,017	251	251,600	0,6	0,1859588	0,66	2,88	2,45
9-5		0,358	0,010	0,057	1,500			250,5	251,100	0,6	0,1859588	0,66		
PV 68 - PV 69	32,7	0,245	0,008	0,046	1,500	150	0,015	250,5	251,100	0,6	0,191775	0,63	2,61	2,48
9-6		0,336	0,011	0,067	1,500			250	250,600	0,6	0,191775	0,63		
PV 69 - PV 70	15	0,358	0,005	0,110	1,500	150	0,133	250	250,600	0,6	0,1130665	1,36	14,23	1,94
9-7		0,556	0,008	0,157	1,500			248	248,600	0,6	0,1130665	1,36		
PV 70 - PV 71	38	0,232	0,009	0,115	1,500	150	0,026	248	248,600	0,6	0,1676044	0,77	4,01	2,33
9-8		0,310	0,012	0,166	1,500			247	247,600	0,6	0,1676044	0,77		
PV 71 - PV 72	27	0,266	0,007	0,124	1,500	150	0,037	247	247,600	0,6	0,1538396	0,87	5,28	2,24
9-9		0,375	0,010	0,178	1,500			246	246,600	0,6	0,1538396	0,87		
PV 72 - PV 73	27	0,266	0,007	0,131	1,500	150	0,037	246	246,600	0,6	0,1538396	0,87	5,28	2,24
9-10		0,375	0,010	0,188	1,500			245	245,600	0,6	0,1538396	0,87		

PV 73 - PV 74	8	0,540	0,004	0,139	1,500	150	0,125	245	245,600	0,6	0,1147417	1,33	13,56	1,96
9-11		0,911	0,007	0,198	1,500			244	244,600	0,6	0,1147417	1,33		
PV 74 - PV 75	40	0,228	0,009	0,143	1,500	150	0,05	244	244,600	0,6	0,1430025	0,97	6,67	2,17
9-12		0,302	0,012	0,205	1,500			242	242,600	0,6	0,1430025	0,97		
PV 75 - PV 76	26	0,270	0,007	0,252	1,500	150	0,038	242	242,600	0,6	0,1528378	0,88	5,39	2,24
9-13		0,384	0,010	0,361	1,500			241	241,600	0,6	0,1528378	0,88		
PV 76 - PV 77	31	0,251	0,008	0,259	1,500	150	0,032	241	241,600	0,6	0,1593443	0,83	4,71	2,28
9-14		0,346	0,011	0,371	1,500			240	240,600	0,6	0,1593443	0,83		
PV 77 - PV 78	59	0,203	0,012	0,266	1,500	150	0,017	240	240,600	0,6	0,1859588	0,66	2,88	2,45
9-15		0,253	0,015	0,382	1,500			239	239,600	0,6	0,1859588	0,66		
PV 78 - PV 79	77	0,191	0,015	0,278	1,500	150	0,006	239	239,600	0,6	0,2408075	0,46	1,28	2,74
9-16		0,229	0,018	0,397	1,500			238,5	239,100	0,6	0,2408075	0,46		
PV 79 - PV 80	25	0,275	0,007	0,278	1,500	150	0,02	238,5	239,100	0,6	0,1787036	0,70	3,27	2,40
9-17		0,393	0,010	0,397	1,500			238	238,600	0,6	0,1787036	0,70		
PV 80 - PV 81	61	0,201	0,012	0,285	1,500	150	0,008	238	238,600	0,6	0,2240852	0,51	1,60	2,66
9-18		0,250	0,015	0,407	1,500			237,5	238,100	0,6	0,2240852	0,51		
PV 81 - PV 82	20	0,306	0,006	0,347	1,500	150	0,025	237,5	238,100	0,6	0,1692189	0,76	3,89	2,34
9-19		0,454	0,009	0,495	1,500			237	237,600	0,6	0,1692189	0,76		
PV 82 - PV 83	24	0,280	0,007	0,353	1,500	150	0,013	237	237,600	0,6	0,1986528	0,60	2,34	2,52
9-20		0,404	0,010	0,505	1,500			236,7	237,300	0,6	0,1986528	0,60		
PV 83 - PV 84	41	0,226	0,009	0,360	1,500	150	0,007	236,7	237,300	0,6	0,2316857	0,48	1,44	2,70
9-21		0,298	0,012	0,514	1,500			236,4	237,000	0,6	0,2316857	0,48		
PV 84 - PV 85	13	0,390	0,005	0,369	1,500	150	0,031	236,4	237,000	0,6	0,1605744	0,82	4,60	2,29
9-22		0,618	0,008	0,526	1,500			236	236,600	0,6	0,1605744	0,82		
PV 85 - PV 86	36	0,237	0,009	0,374	1,500	150	0,014	236	236,600	0,6	0,1950695	0,62	2,48	2,50
9-23		0,319	0,011	0,534	1,500			235,5	236,100	0,6	0,1950695	0,62		
PV 86 - PV 87	37	0,234	0,009	0,383	1,500	150	0,008	235,5	236,100	0,6	0,2240852	0,51	1,60	2,66
9-24		0,314	0,012	0,546	1,500			235,2	235,800	0,6	0,2240852	0,51		
TL 10 - PV 88	36	0,237	0,009	0,000	1,500	150	0,028	260	260,600	0,6	0,1646072	0,79	4,25	2,31
10-1		0,319	0,011	0,000	1,500			259	259,600	0,6	0,1646072	0,79		
PV 88 - PV 89	23,2	0,284	0,007	0,009	1,500	150	0,043	259	259,600	0,6	0,1483461	0,92	5,93	2,21
10-2		0,412	0,010	0,011	1,500			258	258,600	0,6	0,1483461	0,92		
PV 89 - PV 90	18	0,323	0,006	0,015	1,500	150	0,056	258	258,600	0,6	0,1391645	1,01	7,28	2,14
10-3		0,488	0,009	0,021	1,500			257	257,600	0,6	0,1391645	1,01		
PV 90 - PV 91	23,2	0,284	0,007	0,021	1,500	150	0,022	257	257,600	0,6	0,1745722	0,72	3,52	2,38

10-4		0,412	0,010	0,030	1,500			256,5	257,100	0,6	0,1745722	0,72		
PV 91 - PV 92	15	0,358	0,005	0,028	1,500	150	0,033	256,5	257,100	0,6	0,1581532	0,84	4,83	2,27
10-5		0,556	0,008	0,039	1,500			256	256,600	0,6	0,1581532	0,84		
PV 92 - PV 93	32	0,248	0,008	0,033	1,500	150	0,063	256	256,600	0,6	0,1352721	1,05	7,98	2,11
10-6		0,340	0,011	0,048	1,500			254	254,600	0,6	0,1352721	1,05		
PV 93 - PV 94	32	0,248	0,008	0,041	1,500	150	0,063	254	254,600	0,6	0,1352721	1,05	7,98	2,11
10-7		0,340	0,011	0,059	1,500			252	252,600	0,6	0,1352721	1,05		
PV 94 - PV 69	26	0,270	0,007	0,049	1,500	150	0,077	252	252,600	0,6	0,128878	1,13	9,32	2,07
10-8		0,384	0,010	0,069	1,500			250	250,600	0,6	0,128878	1,13		
TL 11 - PV 95	46,5	0,217	0,010	0,000	1,500	150	0,022	255	255,600	0,6	0,1745722	0,72	3,52	2,38
11-1		0,281	0,013	0,000	1,500			254	254,600	0,6	0,1745722	0,72		
PV 95 - PV 66	28	0,261	0,007	0,010	1,500	150	0,089	254	254,600	0,6	0,1244776	1,18	10,43	2,03
11-2		0,367	0,010	0,013	1,500			251,5	252,100	0,6	0,1244776	1,18		
TL 12 - PV 96	19,7	0,308	0,006	0,017	1,500	150	0,051	255	255,600	0,6	0,1423318	0,97	6,77	2,16
12-1		0,459	0,009	0,023	1,500			254	254,600	0,6	0,1423318	0,97		
PV 96 - PV 97	29,2	0,257	0,008	0,023	1,500	150	0,034	254	254,600	0,6	0,1570353	0,84	4,94	2,27
12-2		0,358	0,010	0,032	1,500			253	253,600	0,6	0,1570353	0,84		
PV 97 - PV 98	18,3	0,320	0,006	0,031	1,500	150	0,055	253	253,600	0,6	0,1397624	1,00	7,18	2,15
12-3		0,482	0,009	0,043	1,500			252	252,600	0,6	0,1397624	1,00		
PV 98 - PV 99	12	0,410	0,005	0,037	1,500	150	0,25	252	252,600	0,6	0,097283	1,70	23,20	1,81
12-4		0,657	0,008	0,052	1,500			249	249,600	0,6	0,097283	1,70		
PV 99 - PV 100	40	0,228	0,009	0,042	1,500	150	0,025	249	249,600	0,6	0,1692189	0,76	3,89	2,34
12-5		0,302	0,012	0,060	1,500			248	248,600	0,6	0,1692189	0,76		
PV 100 - PV 101	14	0,373	0,005	0,051	1,500	150	0,071	248	248,600	0,6	0,1314264	1,09	8,75	2,09
12-6		0,585	0,008	0,072	1,500			247	247,600	0,6	0,1314264	1,09		
PV 101 - PV 102	14	0,373	0,005	0,056	1,500	150	0,071	247	247,600	0,6	0,1314264	1,09	8,75	2,09
12-7		0,585	0,008	0,080	1,500			246	246,600	0,6	0,1314264	1,09		
PV 102 - PV 103	42	0,224	0,009	0,061	1,500	150	0,048	246	246,600	0,6	0,1444487	0,95	6,46	2,18
12-8		0,295	0,012	0,088	1,500			244	244,600	0,6	0,1444487	0,95		
PV 103 - PV 75	11	0,434	0,005	0,071	1,500	150	0,182	244	244,600	0,6	0,1049117	1,52	18,15	1,88
12-9		0,703	0,008	0,100	1,500			242	242,600	0,6	0,1049117	1,52		
TL 13 - PV 104	25	0,275	0,007	0,000	1,500	150	0,08	253	253,600	0,6	0,1277238	1,14	9,60	2,06
13-1		0,393	0,010	0,000	1,500			251	251,600	0,6	0,1277238	1,14		
PV 104 - PV 105	16	0,345	0,006	0,007	1,500	150	0,063	251	251,600	0,6	0,1352721	1,05	7,98	2,11
13-2		0,530	0,008	0,010	1,500			250	250,600	0,6	0,1352721	1,05		

PV 105 - PV 106	24	0,280	0,007	0,012	1,500	150	0,125	250	250,600	0,6	0,1147417	1,33	13,56	1,96
13-3		0,404	0,010	0,018	1,500			247	247,600	0,6	0,1147417	1,33		
PV 106 - PV 107	16,3	0,341	0,006	0,019	1,500	150	0,184	247	247,600	0,6	0,1046474	1,53	18,30	1,87
13-4		0,523	0,009	0,028	1,500			244	244,600	0,6	0,1046474	1,53		
PV 107 - PV 108	37,7	0,233	0,009	0,025	1,500	150	0,027	244	244,600	0,6	0,1660674	0,78	4,13	2,32
13-5		0,311	0,012	0,037	1,500			243	243,600	0,6	0,1660674	0,78		
PV 108 - PV 75	12	0,410	0,005	0,019	1,500	150	0,083	243	243,600	0,6	0,1265739	1,16	9,88	2,05
13-6		0,657	0,008	0,028	1,500			242	242,600	0,6	0,1265739	1,16		
TL 14 - PV 109	29	0,258	0,007	0,000	1,500	150	0,034	251	251,600	0,6	0,1570353	0,84	4,94	2,27
14-1		0,360	0,010	0,000	1,500			250	250,600	0,6	0,1570353	0,84		
PV 109 - PV 110	58,2	0,204	0,012	0,007	1,500	150	0,017	250	250,600	0,6	0,1859588	0,66	2,88	2,45
14-2		0,255	0,015	0,010	1,500			249	249,600	0,6	0,1859588	0,66		
PV 110 - PV 111	15	0,358	0,005	0,019	1,500	150	0,033	249	249,600	0,6	0,1581532	0,84	4,83	2,27
14-3		0,556	0,008	0,025	1,500			248,5	249,100	0,6	0,1581532	0,84		
PV 111 - PV 112	13	0,390	0,005	0,025	1,500	150	0,269	248,5	249,100	0,6	0,095585	1,74	24,55	1,80
14-4		0,618	0,008	0,034	1,500			245	245,600	0,6	0,095585	1,74		
PV 111 - PV 112	14	0,373	0,005	0,030	1,500	150	0,143	245	245,600	0,6	0,1111307	1,40	15,06	1,93
14-5		0,585	0,008	0,042	1,500			243	243,600	0,6	0,1111307	1,40		
PV 112 - PV 113	14	0,373	0,005	0,035	1,500	150	0,143	243	243,600	0,6	0,1111307	1,40	15,06	1,93
14-6		0,585	0,008	0,050	1,500			241	241,600	0,6	0,1111307	1,40		
PV 113 - PV 114	14	0,373	0,005	0,040	1,500	150	0,143	241	241,600	0,6	0,1111307	1,40	15,06	1,93
14-7		0,585	0,008	0,058	1,500			239	239,600	0,6	0,1111307	1,40		
PV 115 - PV 81	8	0,540	0,004	0,045	1,500	150	0,063	238	238,600	0,6	0,1352721	1,05	7,98	2,11
14-9		0,911	0,007	0,066	1,500			237,5	238,100	0,6	0,1352721	1,05		
TL 15 - PV 116	31,5	0,249	0,008	0,000	1,500	150	0,032	241	241,600	0,6	0,1593443	0,83	4,71	2,28
15-1		0,343	0,011	0,000	1,500			240	240,600	0,6	0,1593443	0,83		
PV 116 - PV 117	31,3	0,250	0,008	0,008	1,500	150	0,064	240	240,600	0,6	0,1347479	1,05	8,07	2,11
15-2		0,344	0,011	0,011	1,500			238	238,600	0,6	0,1347479	1,05		
PV 117 - PV 118	13,5	0,381	0,005	0,016	1,500	150	0,074	238	238,600	0,6	0,1301334	1,11	9,04	2,08
15-3		0,601	0,008	0,022	1,500			237	237,600	0,6	0,1301334	1,11		
PV 118 - PV 119	30,7	0,252	0,008	0,021	1,500	150	0,033	237	237,600	0,6	0,1581532	0,84	4,83	2,27
15-4		0,348	0,011	0,030	1,500			236	236,600	0,6	0,1581532	0,84		
PV 119 - PV 120	37	0,234	0,009	0,029	1,500	150	0,014	236	236,600	0,6	0,1950695	0,62	2,48	2,50
15-5		0,314	0,012	0,040	1,500			235,5	236,100	0,6	0,1950695	0,62		
PV 120 - PV 87	30,7	0,252	0,008	0,037	1,500	150	0,01	235,5	236,100	0,6	0,2119729	0,55	1,90	2,59

15-6		0,348	0,011	0,052	1,500			235,2	235,800	0,6	0,2119729	0,55		
------	--	-------	-------	-------	-------	--	--	--------------	---------	------------	-----------	------	--	--

Fonte: Autoria Própria