



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Phelipe Tavares Parente de Araújo

**ANÁLISE DE CUSTO UNITÁRIO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO EM  
QUADRAS INTERNAS DA CIDADE DE PALMAS – TO.**

Palmas – TO

2020



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

Phelipe Tavares Parente de Araújo

## **ANÁLISE DE CUSTO UNITÁRIO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO EM QUADRAS INTERNAS DA CIDADE DE PALMAS – TO.**

Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC),  
apresentado como pré-requisito para  
obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil pelo Centro  
Universitário Luterano de Palmas  
(CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Msc. Denis Cardoso  
Parente

Palmas – TO

2020

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que é meu guia, onde está a todo o momento me conduzindo para tilhar o caminho do sucesso.

Aos meus pais Zilton Parente de Araújo e Deusdetina Tavares Pinto que sempre estão ao meu lado em todos dos desafios que a vida me proporciona, e nesse mais ainda que marca uma passagem na minha evolução pessoal.

A mulher Andrea Pereira da Silva e meu filho Davi Lucas Tavares Pereira de Araujo, que são as minhas maiores conquista.

Aos meus familiares e amigos que acompanharam minha trajetória, vendo o quanto me esforcei para chegar até aqui, torcendo pela minha formatura.

Ao meu orientador Prof. Msc. Denis Cardoso Parente por toda paciência, orientações e correções que me fizeram concluir com êxito esse trabalho.

## RESUMO

Em meio aos serviços essenciais de saneamento básico, a coleta do esgoto sanitários é uma das mais benéficas a população, refletindo diretamente na saúde local e minimizando impactos ambientais, com perspectiva de tornar as cidades mais sustentáveis. Porém, ainda é muito escasso no território brasileiro a rede de coleta, por serem obras de infraestrutura e ter custo elevado, não dispõe da devida atenção necessária para ampliação de captação. Em busca de analisar se existe variação de custo unitário, mesmo em uma cidade relativamente pequena e baixo declividade, foram analisadas as quadras 1106 SUL, 1012 sul e T – 33, fazendo a composição do orçamento da implantação da rede de esgoto, levando em consideração os levantamentos de quantitativo de materiais, mão de obra e execução, através dos projetos disponibilizados pela concessionária. Ao realizar um comparativo do custo unitário total entre as quadras em estudo, ficou evidente que determinadas quadras demandavam mais recursos que outras. Decompondo a composição dos grupos de serviço com valores expressivos e variações percentuais significativas, ficou nítida a discrepância entre as necessidades dos locais. O componente mais relevante foi a necessidade de remoção e recomposição de pavimento de passeio, devido a diferença demográfica entre as quadras mais distintas.

**PALAVRA-CHAVE:** rede coletora de esgoto, custo de implantação, variação de custo unitário.

## **ABSTRACT**

Amid essential sanitation services, sewage collection is one of the most beneficial to the population, reflecting directly on local health and minimizing environmental impacts, with a view of making cities more sustainable. However, the collection network is still very scarce in Brazil, as they are infrastructure works and have a high cost, doesn't have the necessary attention for expanding sewage. In order to analyze whether there is a change in unit cost, even in a relatively small city with low slope, blocks 1106 SUL, 1012 sul and T – 33 were analyzed, making the composition of the budget for the deployment of the sewage network, taking into account the quantitative surveys of materials, labor and execution, through the projects provided by the concessionaire. By comparing the total unit cost between the blocks under study, it was evident that certain blocks required more resources than others. Dissolving the composition of service groups with expressive values and significant percentage variations, the discrepancy between the needs of the locals became clear. The most relevant component was the need to remove and recompose pavement, due to the demographic difference between the most distinct blocks.

**KEYWORD:** Sewage Collection Network, Deployment Cost, Unit Cost Variatio.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1: Despejo de esgoto não tratado .....	11
Figura 2: Diagrama dos sistemas de esgoto sanitário.....	13
Figura 3: Sistema unitário de esgotamento .....	14
Figura 4: Sistema separador parcial ou misto.....	15
Figura 5: Sistema separador absoluto.....	16
Figura 6: Localização das quadras a serem estudadas em Palmas-TO.....	21
Figura 7: Localização das quadras 1012 e 1106 sul, Palmas-TO.....	22
Figura 8: Localização da quadra T-33, no setor Taquari, Palmas-TO .....	22

### GRÁFICOS

Gráfico 1: Representação visual em barras da discrepância entre os valores de implantação de cada quadra.....	28
Gráfico 2: Representação gráfica do valor unitário de cada grupo de serviço avaliado..	29

### TABELAS

Tabela 1: Valor final do orçamento unitário de execução da implantação do sistema de esgoto.....	27
Tabela 2: Valor unitário de cada grupo de serviço avaliado .....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APM	Área Pública Municipal
BDI	Benefícios e Despesas Indireta
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PLANASA	Plano Nacional do Saneamento
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	6
1.1 JUSTIFICATIVA .....	7
1.2 PROBLEMA .....	7
1.4 OBJETIVO GERAL .....	8
1.4.1 OBJETIVO ESPECIFICO .....	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	9
2.1 SANEAMENTO BÁSICO .....	9
2.2 HISTÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO .....	9
2.3 ESGOTO .....	10
2.4 SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO .....	11
2.5 TIPOS DE SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO.....	12
2.5.1 SISTEMA INDIVIDUAL .....	14
2.5.2 SISTEMA UNITÁRIO .....	14
2.6.3 SISTEMA SEPARADOR PARCIAL OU MISTO.....	15
2.6.4 SISTEMA SEPARADOR.....	15
2.7 COMPONENTES DA REDE COLETORA DE ESGOTO .....	16
2.8 IMPORTÂNCIA DO ESGOTO SANITÁRIO .....	18
2.9 CUSTO.....	19
2.9.1 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO .....	20
3. METODOLOGIA.....	21
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
3.2 FASES DA PESQUISA .....	24
3.2.1 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVO .....	25
3.2.2 SERVIÇOS PRELIMINARES .....	25
3.2.3 SERVIÇOS TÉCNICOS.....	26
3.2.4 SINALIZAÇÃO INDICATIVAS .....	26
3.2.5 MOVIMENTAÇÃO DE TERRA.....	26
3.2.6 ESCORAMENTO .....	26
3.2.7 MATERIAL HIDRÁULICO.....	27
3.2.8 CARGA, TRANSPORTE, DESCARGA E MONTAGEM.....	27
3.2.9 REMOÇÃO E RECOMPOSIÇÃO PAVIMENTO E PASSEIO.....	27

3.2.10 ELABORAÇÃO DE PLANILHA ORÇAMENTÁRIA .....	27
3.2.11 AVALIAR A VARIAÇÃO DE CUSTO ENTRE AS REDES COLETORAS .....	28
4. RESULTADOS .....	29
4.1. QUANTITATIVO DE SERVIÇOS PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO.....	29
4.2. BASE DE CUSTO UNITÁRIO .....	29
5. CONCLUSÃO .....	34
6. REFERÊNCIAS.....	35

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural limitado e é necessária a todos os aspectos da vida e ao desenvolvimento das atividades humanas. Com isso, a utilização abundante e despejo de forma inadequada gera a necessidade da implantação de um sistema de coleta para tratamento, podendo ser reutilizadas e não poluindo os afluentes.

Embora exista em abundância na Terra, cobrindo 71% da superfície terrestre, Mota (1997), afirma que a mesma é ausente em muitas áreas, devido a sua má distribuição e às perdas, assim como por causa da degradação antrópica. De acordo com o Banco Mundial, cerca de 80 países, enfrentam diversos problemas de abastecimento e cerca de 1,5 bilhão de pessoas não têm acesso a fontes de água com qualidade (PIMENTA et al, 2002).

De acordo com dados da Agência Nacional de Águas – ANA publicados em 2018, as áreas urbanas do Brasil consomem em torno de 500 mil litros de água por segundo, quase 400 mil são descartados como esgoto nas cidades. Destes, menos de 40% são coletados e tratados.

O sistema de esgotamento sanitário (SES) é composto por tubulações e acessórios que através de uma rede coletora transportam as águas residuais provenientes do uso residencial, industrial e em alguns casos as águas pluviais, para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), podendo ser a gravidade e ou por bombeamento de acordo a topografia local.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), para cada R\$ 1,00 investido em saneamento há uma economia de R\$ 4,00 em saúde. Estudos da Organização das Nações Unidas (ONU) estimam que uma criança faleça no mundo a cada 2,5 minutos por causa de água não potável, saneamento e higiene deficientes.

Diante as inúmeras vantagens que o sistema de esgoto sanitário fornece a população e da pequena porcentagem que o território brasileiro dispõe desse serviço básico, uma das grandes dificuldades para implantação do sistema de esgoto sanitário é o custo elevado.

Essa pesquisa consiste em formular um orçamento de implantação do sistema de esgoto sanitário em diferentes quadras da cidade de Palmas-TO, e se existir, avaliar quais os principais motivos para a variação de custo unitário entre elas.

A relevância desse estudo é fornecer dados reais e consistentes, auxiliando as tomadas de decisões no setor de saneamento e avaliando a melhor alternativa a ser obtida pela concessionária.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Um dos grandes impasses na implantação do serviço de coleta de esgoto é o custo elevado. Brudeki e Aisse (2007) afirmam que para o Estado do Paraná, o custo de implantação dos Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES), se encontram com o total de investimento na ordem de R\$ 523,23 por habitante.

Palmas-TO se encontra com a baixa densidade populacional e considerável variação de infraestrutura em alguns setores, em razão disso, se encontra o motivo pelo qual o tema é alvo para diferentes localidades de estudo. Segundo BAZOLLI, (2009) os vazios urbanos são causadores do elevado custo de urbanização da cidade pela necessidade de implantação e manutenção da infraestrutura, equipamentos e serviços públicos, em locais distantes.

O objeto de estudo foi a cidade de Palmas-TO em vista que é um local em universalização de saneamento básico, onde os setores se encontram em constante crescimento, que gera a necessidade de análises de custo de SES. O estudo de universalização de saneamento no Brasil, que foi conduzido pelo Ministério das Cidades, por meio do Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), relata que será necessário para universalizar até o ano de 2020 as cinco regiões geográficas do país, cerca de 178 bilhões de reais em investimentos de expansão e reposição da infraestrutura.

## 1.2 PROBLEMA

Existe uma variação de custo significativa para implantação do sistema de esgotamento sanitário na cidade de Palmas-TO?

#### 1.4 OBJETIVO GERAL

Avaliar a composição de custo unitário de redes coletoras de esgoto para a cidade de Palmas-TO

##### 1.4.1 OBJETIVO ESPECIFICO

Levantar os quantitativos de serviço para compor o orçamento de redes coletoras de sub-bacias internas da cidade de Palmas-TO;

Comparar o custo unitário de redes coletoras orçadas em diferentes sub-bacias de Palmas-TO;

Analisar a variação de custo entre redes coletoras de esgoto na cidade;

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SANEAMENTO BÁSICO

O saneamento é um conjunto de medidas para preservar as condições do meio ambiente, prevenindo diversas doenças e melhorando as condições da saúde pública. As principais atividades do saneamento básico estão ligadas diretamente à coleta e tratamento de resíduos produzidos pelo homem, como esgoto e lixo, tornando-os inofensivos à saúde. Outra atividade importante é o fornecimento de água de qualidade para a população. (BARROS, 2014)

A definição de saneamento apresenta uma abrangência que foi constituída historicamente com o objetivo de alcançar a salubridade ambiental em níveis crescentes, compondo do abastecimento de água, esgoto sanitário, manejo de resíduos sólidos urbanos, direcionamento de águas pluviais urbanas, controle de doenças, disciplina de ocupação do solo, para que a sociedade possa viver em harmonia urbana e rural (BORJA,2011)

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais.

O acesso ao saneamento básico deve ser garantido de forma universal e integral, conforme direito estabelecido no Estatuto das Cidades (art. 2º da Lei nº 10.257/2001).

### 2.2 HISTÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO

Na antiguidade, o homem aprendeu que a água suja e o acúmulo de lixo disseminam doenças. Assim, era preciso desenvolver algumas técnicas para obter água limpa e livrar-se dos resíduos. Foi assim que se deu início a ideia de saneamento básico (BARROS, 2017).

O Império Romano também desenvolveu, em 312 a.C., um sistema de abastecimento: O aqueduto Aqua Apia com aproximadamente 17 km de extensão. Eles foram a primeira grande civilização que tratou o saneamento de fato. Criaram grandes

aquedutos, construíram reservatórios, banheiros públicos, chafarizes e nomearam um responsável efetivo como Superintendente de Águas de Roma (BARROS, 2017)

Tsutiya e Bueno (2004) afirmam que estruturas similares aos drenos Romanos foram utilizados na Europa medieval, porém, o despejo de excretos humanos nesses condutos era terminantemente proibido, de modo que, os excretos eram dispostos nas ruas, até que a chuva, ou lavagem das ruas os levasse para as tubulações de drenagem pluvial e os descarregassem no curso de água mais próximo.

Ainda, de acordo com os autores, o uso da privada com descarga hídrica ocorreu juntamente com as epidemias ocorridas no século 19, e esses foram fatores fundamentais para que a coleta e afastamento de esgotos estivesse adequada atenção das autoridades. Em 1915 se autorizou, em Londres, o lançamento de efluentes domésticos nas galerias de águas pluviais e, em 1847 tornou-se compulsório o lançamento de todas as águas residuais das habitações nas galerias públicas de Londres. Com isso, surgiu o sistema combinado ou unitário de esgotamento, uma rede única de esgotos para águas servidas e águas pluviais.

O Brasil entra no mapa do saneamento em 1620. Nesse período, iniciou-se as obras do aqueduto do Rio Carioca para abastecimento do Rio de Janeiro. (BARROS, 2017).

### 2.3 ESGOTO

Esgoto é a palavra usada para as águas que, após a utilização humana, apresentam as suas características naturais alteradas. Conforme o uso predominante: comercial, industrial ou doméstico essas águas apresentarão características diferentes e são genericamente designadas de esgoto, ou águas servidas (SANTANA,2012)

Embora o esgoto provoque tantos problemas como poluição, contaminação biológica e o aparecimento de doenças, entre outros, seu tratamento não existe na maior parte dos municípios brasileiros. O custo de instalação e manutenção é o maior empecilho à sua viabilização. Na prática, a rede coletora acaba sendo a solicitação mais frequente da comunidade, por tirar o esgoto da portas das casas. O tratamento é sempre deixado para depois, não sendo considerado prioritário pelos municípios, que acabam destinando às outras obras os seus poucos recursos (AISSE, 2000).

O esgoto está ligado diretamente à água, quando você abre uma torneira da pia ou do chuveiro, ou aciona a descarga, está iniciando o processo de formação de esgotos (PEDROZO JÚNIOR, 2016).

Figura 1: Despejo de esgoto não tratado



Fonte: Machado (2019)

## 2.4 SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO

Sistemas de esgotos é o conjunto de elementos que tem por objetivo a coleta, transporte, tratamento e a disposição final tanto do esgoto doméstico quanto do lodo resultante. Abrange, portanto, a rede coletora com os seus componentes, as estações elevatórias e as estações de tratamento de esgoto (ZAPPAROLI, 2008).

O sistema de esgoto sanitário pode ser constituído de diferentes modelos, que iram variar de acordo com a demanda local. Existem as soluções coletivas como as redes tipo separador absoluto e mista, soluções individuais do tipo fossas sépticas seguidas de filtração no solo (BORJA, 2011).

A quantidade de esgoto produzida por uma cidade depende, em primeiro lugar, do volume de água consumido. Quanto maior o consumo de água, maior a quantidade de esgoto, porém o consumo de água pode ser bem diferente entre cidades. Entretanto admite-se como razoável uma faixa de uso de água de 120l/pessoa/dia. Cerca de 60 a 80% dessa água utilizada se transforma em despejos, mas ainda existem outras contribuições para as tubulações de esgoto, como: infiltrações, águas de chuva, despejos industriais, etc.

Assim o volume de esgotos pode, em certos casos, ser maior que o consumo de água (CETESB, 1988).

O sistema de esgoto sanitário pode ser constituído de diferentes modelos, que iram variar de acordo com a demanda local. Existem as soluções coletivas como as redes tipo separador absoluto e mista, soluções individuais do tipo fossas sépticas seguidas de filtração no solo (BORJA, 2011).

De acordo com pesquisa do IBGE, em 2002, apresentada no Plano Nacional de Recursos Hídricos, 47,8% dos municípios brasileiros não coletam nem fazem o devido tratamento dos esgoto. Entre os 52,2% dos municípios que têm o serviço de coleta, apenas 20,2% tratam o esgoto coletado. Os municípios que não tratam o esgoto coletado (32%) possuem tubulações que o conduzem para despejo in natura, transformando rios e mares em focos para disseminação de doenças, afetando a qualidade da água e o ecossistema ambiental (CORSSATTO et al, 2009).

A inexistência de esgotamento sanitário, infelizmente é uma realidade em muitas partes do país. Portanto, é importante identificar as principais área que não são assistidas e identificar qual o tipo de urbanização predominante. Se a urbanização não tiver planejamento (caso pleno de favelas, loteamentos clandestinos, vilas) o esgotamento convencional pode exigir ações conjuntas de urbanização, gerando modificações (BORJA,2011).

A Funasa, por meio do Departamento de Engenharia de Saúde Pública, financia a implantação, ampliação e/ou melhorias em sistemas de esgoto sanitário nos municípios com população de até 50.000 habitantes. Tem como objetivo fomentar a implantação de sistemas de coleta, tratamento e destino final de esgotos sanitários visando o controle de doenças e outros agravos, assim como contribuir para a minoração da morbimortalidade provocada por epidemias de veiculação hídrica e para o aumento da expectativa de vida e da melhoria na qualidade de vida da população (FUNASA, 2017)

## 2.5 TIPOS DE SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO

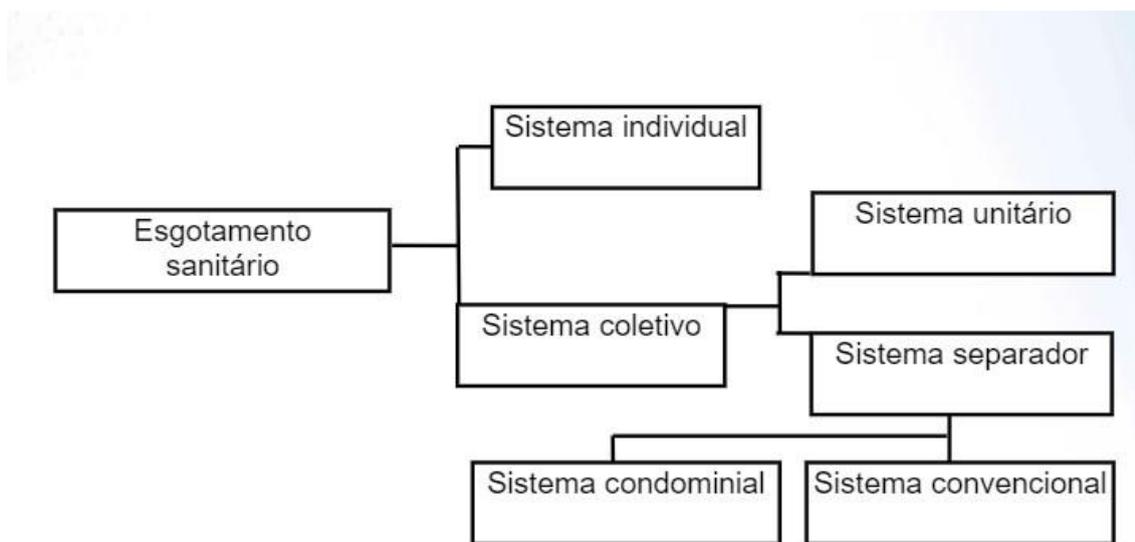
Os tipos de sistemas de esgotamento sanitário são adotados de acordo com a necessidade e características local, como a infiltração no solo, nível do lençol freático e a

taxa de ocupação de terras. O procedimento correto a ser feito é medir a vazão, com a estimativa do crescimento populacional da cidade, para que a estação de tratamento de efluentes tenha capacidade de atender à expansão populacional; pode-se determinar o consumo de água por habitante, a contribuição de indústrias e, também, avaliar a vazão dos esgotos (COSTA,2010).

A rede coletora compreende um conjunto de tubulações destinadas a receber e conduzir os esgotos das edificações; os interceptores recebem o fluxo esgotado pelos coletores; emissários são canalizações destinadas a conduzir os esgotos a um destino conveniente sem receber contribuições em marcha; sifões invertidos permite ultrapassar obstáculos, passando por baixo de canais, rios, córregos etc.; estações elevatórias – EE's, são estações com função de transferir os esgotos de uma quota mais baixa para outra mais alta; e as estações de tratamento de esgotos - ETE's destinadas a depuração dos esgotos antes de seu lançamento ao corpo de água receptor (ZAPPAROLI, 2008).

A escolha do SES depende das condições mínimas estabelecidas, analisando a qualidade da água dos mananciais receptores, em qualquer projeto é fundamental o estudo das características e qualidade do efluente tratado que será lançado no corpo receptor. (JOMERTZ e LANZER, 2008).

Figura 2: Diagrama dos sistemas de esgoto sanitário



Fonte: Caern (2016)

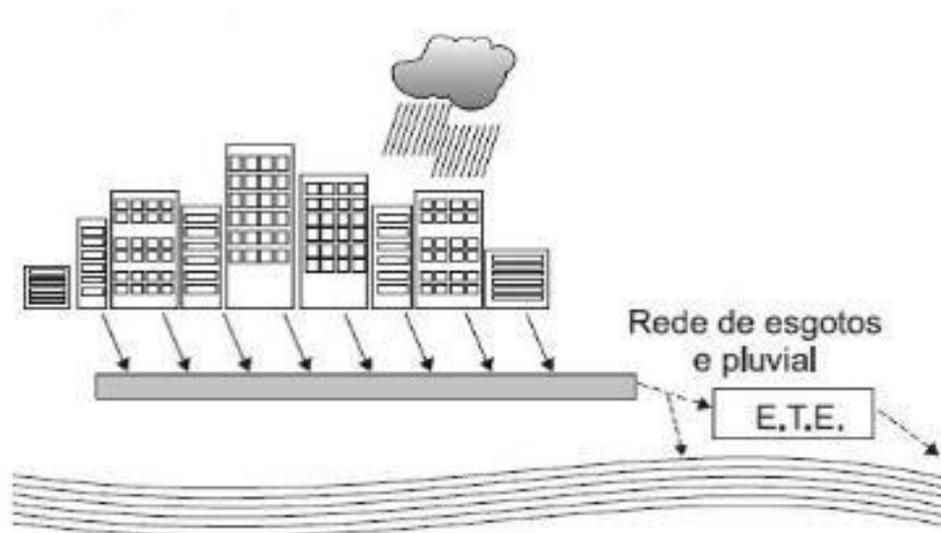
### 2.5.1 SISTEMA INDIVIDUAL

Uma fossa séptica é simplesmente um grande tanque de concreto ou aço enterrado no quintal ou em algum outro ponto do terreno. O tanque pode conter 4 mil litros de água. Os dejetos entram no tanque por uma extremidade e saem pela outra (SANTANA, 2012).

### 2.5.2 SISTEMA UNITÁRIO

É a coleta do esgoto pluvial, domésticos e industriais em um único coletor. Em áreas rurais, onde as casas ficam tão distantes umas das outras, a instalação de um sistema de esgoto é muito cara. É muito comum o uso de fossas sépticas. Uma fossa séptica é um grande tanque de concreto ou aço enterrado no quintal ou em algum outro ponto do terreno. O tanque contém em torno de 4 mil litros de água. Os dejetos entram no tanque por uma extremidade e saem pela outra (SANTANA, 2012).

Figura 3: Sistema unitário de esgotamento



Fonte: Sousa (2012)

Permitir a implantação de um único sistema representa uma vantagem quando for previsto o lançamento do esgoto bruto, sem inconveniente de um corpo receptor próximo, por isso no dimensionamento devem ser previstas as precipitações máximas com período de ocorrência geralmente entre 5 a 10 anos. A desvantagem desse sistema se apresenta no

custo da sua implantação que é elevado, além possíveis problemas relativos a deposições de material nos coletores por ocasião da estiagem (BRASIL, 2004)

### 2.6.3 SISTEMA SEPARADOR PARCIAL OU MISTO

Também compreende dois sistemas de canalizações, porém a parcela de água da chuva advinda dos telhados é conduzida nas tubulações de esgoto sanitário, juntamente com águas passíveis de contaminação não natural, tais como óleos, detergentes, restos de comida etc. (AZEVEDO NETTO, 2015, p.446).

Figura 4: Sistema separador parcial ou misto

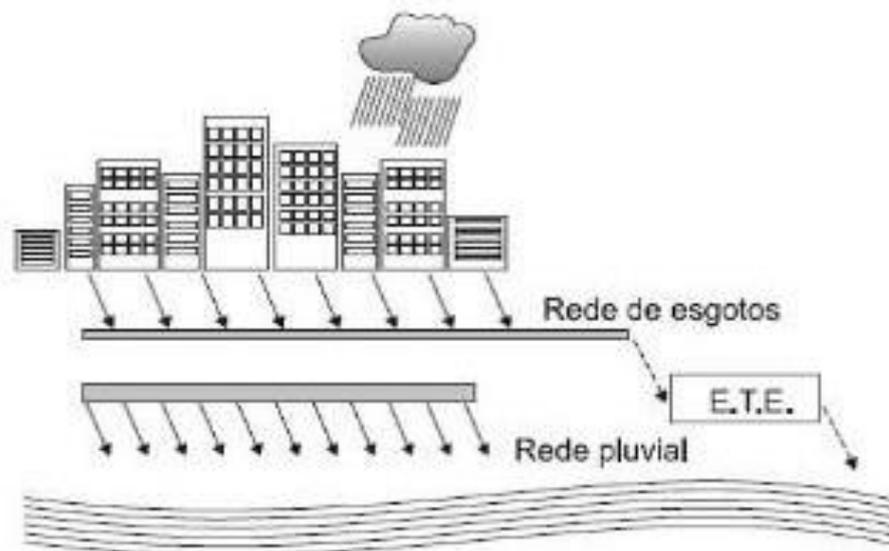


Fonte: Dias (2009)

### 2.6.4 SISTEMA SEPARADOR

Os esgotos doméstico e industrial ficam separados do esgoto pluvial. O custo de implantação é menor, pois as águas pluviais não são tão prejudiciais quanto o esgoto doméstico. Assim como o esgoto industrial nem sempre pode se juntar ao esgoto sanitário sem tratamento especial prévio (SANTANA, 2012).

Figura 5: Sistema separador absoluto



Fonte: Sousa (2012)

## 2.7 COMPONENTES DA REDE COLETORA DE ESGOTO

Segundo Chernicharo (2008) os órgãos acessórios que compõe a rede coletora de esgoto foram formulados a partir da necessidade da grande quantidade de sólidos nos esgotos, permitindo o acesso de pessoas para manutenção e limpeza. Para isto, a maior parte do trecho é confeccionada para coleta por conduto livre (gravidade).

O órgão regulamentador cita na ABNT NBR 9.649/1986 os principais componentes na composição das redes coletoras, que são as seguintes:

### Coletor

- Coletor predial: corresponde à canalização instalada no interior da propriedade particular: casa, prédio ou edifício institucional.
- Coletor de passeio: situados nos passeios dos quarteirões, esses coletores se instalam a profundidade relativamente rasas, no mínimo a 0,60m. Com diâmetro de 100 mm, deverão possuir caixas de inspeção nas extremidades de cada trecho.

- Coletor de rua: essas canalizações destinam-se a receber os ramais domiciliares, ou seja, recebem o esgoto lançado pelas instalações prediais.
- Coletor tronco: as ligações prediais não podem ser feitas em diâmetros iguais ou superiores a 400 mm. Assim, os coletores caracterizados por esses diâmetros denominam-se coletores principais, visto que seu objetivo é recolher os lançamentos dos coletores de rua.

#### Interceptor

São canalizações destinadas a interceptar e receber o fluxo esgotado pelos coletores. Portanto, o conceito de interceptor não se vincula ao diâmetro ou posicionamento dentro da rede de coleta, mas apenas à função que desempenha dentro desse sistema.

#### Estação elevatória

São instalações destinadas a elevar as águas residuais coletadas pela rede de esgoto, tanto para evitar o aprofundamento excessivo da canalização como para possibilitar o acesso do esgoto às estações de tratamento ou sua descarga final no curso d'água.

#### Sifão invertido

Essas estruturas permitem ultrapassar obstáculos, passando por baixo de canais, rios, córregos etc. Trata-se de um sistema hidráulico que transfere o esgoto desde final de uma canalização a escoamento livre até o início de outra canalização que opera no mesmo regime de escoamento livre. A passagem por baixo do obstáculo, entretanto, obedece a um regime de pressão hidrodinâmica.

#### Estação de tratamento

Tem por objetivo reduzir seu conteúdo orgânico, inorgânico e microbiano, diminuindo os riscos que representa para a saúde pública e o meio ambiente. Assim, preserva-se a integridade dos solos e dos recursos hídricos para que possam continuar sendo utilizados para abastecimento, agricultura, industrialização e recreação.

### Emissário

São canalizações que recebem os resíduos na extremidade de montante e os lançam na estação de tratamento de esgoto ou no corpo de água receptor, trata-se de um rio, lago ou mar.

### Poços de visitas

São estruturas destinadas a permitir o ingresso do operador para executar serviços de inspeção e manutenção dos coletores. Devendo ser utilizados nas seguintes situações:

- Intercessão de dois ou mais coletores;
- Mudança na direção, declividade, diâmetro e material do coletor;
- No início dos coletores;
- No ingresso e na saída dos sifões e das travessias.

### Extravasores

Essas estruturas têm por objetivo retirar o excesso de esgoto, ou esgoto misturado com água pluvial, afluente a uma determinada unidade do sistema de coleta. Essa unidade pode ser uma estação elevatória ou uma estação de tratamento.

## 2.8 IMPORTÂNCIA DO ESGOTO SANITÁRIO

Pelo impacto na qualidade de vida, na saúde, na educação, no trabalho e no ambiente, o saneamento básico envolve a atuação de múltiplos agentes em uma ampla rede institucional. No Brasil, está marcado por uma grande desigualdade e por um grande déficit ao acesso, principalmente em relação à coleta e tratamento de esgoto (LEONETI, 2011).

O trabalho constante e com eficiência é fundamental entre o prestador de serviços e a administração municipal, que deve ser garantido desde o princípio do SES até sua implantação e funcionamento, além de proporcionar uma tarifa que condiz com a realidade dos dois lados (BORJA, 2011).

Em janeiro de 2016, a ONU reconheceu o saneamento básico como um direito humano. Para o relator da ONU sobre os direitos humanos à água potável e ao saneamento básico, o brasileiro Léo Heller, o reconhecimento “dá para as pessoas uma percepção mais clara do direito (ao saneamento), fortalecendo sua capacidade de reivindicá-lo quando o Estado falha em prover os serviços ou quando eles não são seguros, são inacessíveis ou sem a privacidade adequada”. A resolução reconheceu a natureza distinta do saneamento em relação à água potável, embora tenha mantido os direitos juntos (ONU Brasil, 2016).

O saneamento básico das comunidades é um dos serviços públicos essenciais a melhoria das condições de vida da população beneficiada, visto que este serviço compreende a distribuição de água potável em quantidade e qualidade adequadas a uso humano, coleta e remoção das águas residuais e de escoamento superficial da área ocupada pela comunidade e também da coleta e acondicionamento final dos resíduos sólidos (COSTA, 2010).

O lançamento de efluentes in natura nos recursos hídricos resulta além de vários problemas socioambientais, em impactos significativos sobre a vida aquática e o meio ambiente como um todo. Por exemplo, a matéria orgânica presente nos dejetos ao entrar em um sistema aquático, leva a uma grande proliferação de bactérias aeróbicas provocando o consumo de oxigênio dissolvido que pode reduzir a valores muito baixos, ou mesmo extinguir, gerando impactos a vida aquática aeróbica. Têm-se como outros exemplos de impactos a eutrofização, a disseminação de doenças de veiculação hídrica, agravamento do problema de escassez de água de boa qualidade, desequilíbrio ecológico, entre outros (PIMENTA et al, 2002).

Universalizar os sistemas de saneamento básico é um desafio a ser vencido no país, Palmas – TO já conseguiu atingir essa meta, disponibilizando água tratada e rede de coleta e tratamento de esgoto a quase toda a população (OLIVEIRA, 2014).

## 2.9 CUSTO

Frequentemente, busca-se este referencial em simples relações, sem muita precisão, como algumas medidas de projeto que possam explicar os custos, que na maioria das vezes, se apoiam na experiência do profissional que atua no setor (JUNGLES, 1994).

Várias técnicas de estimativa de custo são disponíveis, mas a técnica adequada depende da fase de definição do projeto. A sua escolha depende também da finalidade de uso (PANZETER, 1993).

Segundo KLIEMANN e MULLER (1994), os sistemas de gerenciamento de custos constituem-se de conjuntos de informações gerenciais organizadas para o processo de tomada de decisões, planejamento e controle de atividades empresariais.

De acordo com BORNIA e SANTOS (1997), os princípios de custeio são filosofias a serem seguidas pelos sistemas de custos, de acordo com o objetivo e o período de tempo aplicados.

### 2.9.1 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

Um dos maiores impasses da implantação do saneamento básico no Brasil é a falta de recurso das estatais. Dando ênfase ao sistema de coleta, transporte, tratamento de esgoto.

Como meio de custeio superficial e entendimento didático, o percentual estimado do custo da implantação de sistema de esgoto fica da seguinte forma (GOMES; HARADA, 1997)

- Rede Coletora: 75% dos custos totais;
- Coletores Troncos: 10% dos custos totais;
- Elevatórias: 1% dos custos totais;
- Estações de tratamento: 14% dos custos totais.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo será realizado nas quadras 1106 SUL, 1012 sul e T – 33 no Taquari, todas localizadas na cidade de Palmas-TO. Foram definidas desta forma com intuito de obter uma representatividade considerável para que a análise de custo unitário entre as quadras, obtenha resultados com maior relevância.

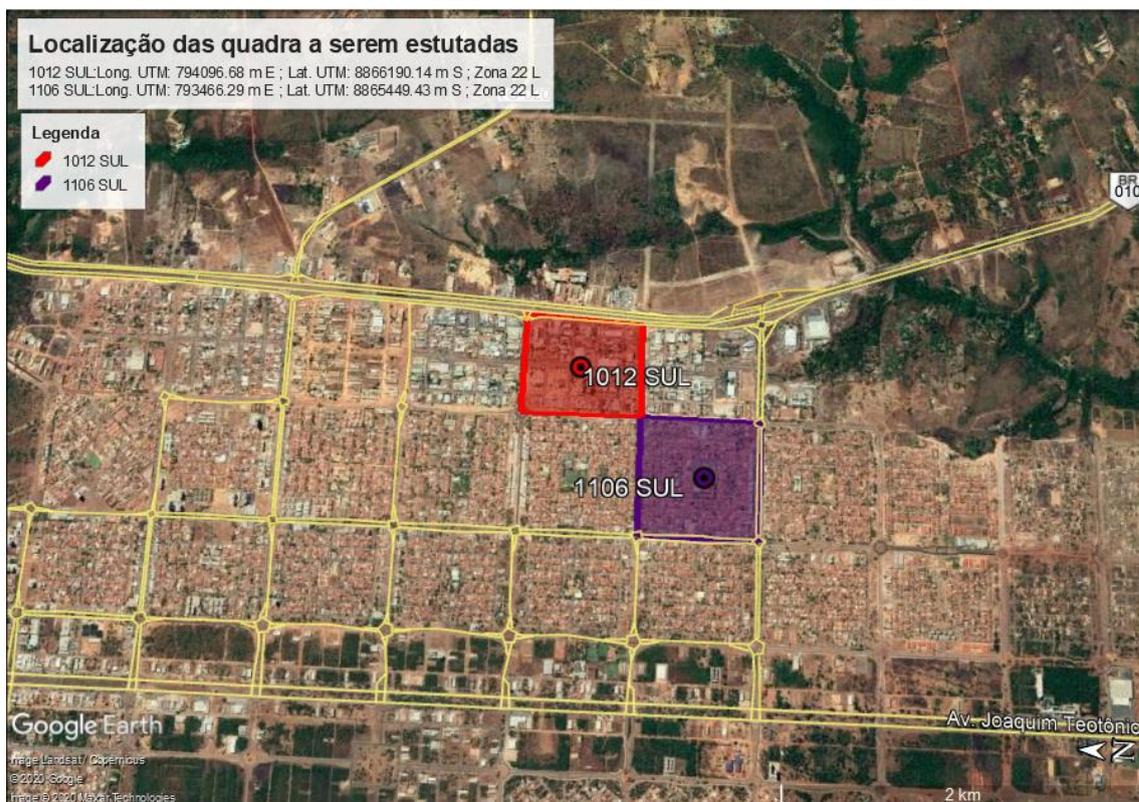
As figuras abaixo, 6, 7 e 8, correspondem a localização das quadras citadas acima.

Figura 6: Localização das quadras a serem estudadas em Palmas-TO



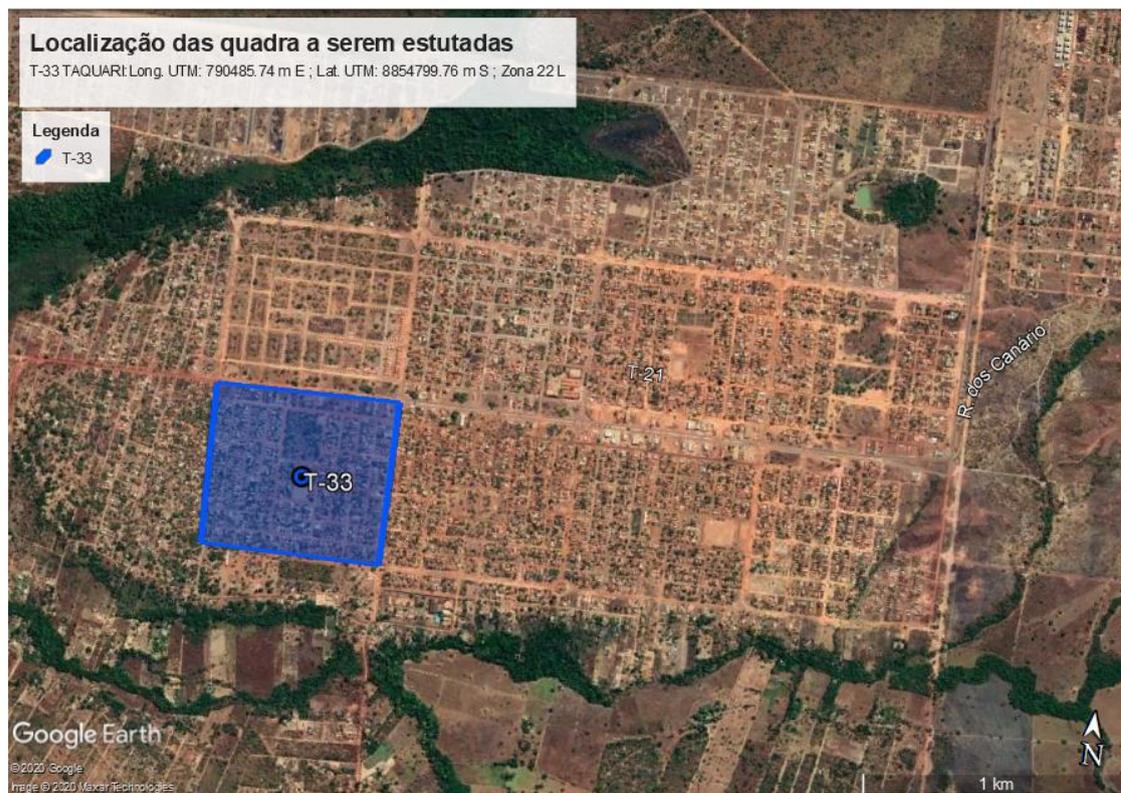
Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 7: Localização das quadras 1012 e 1106 sul, Palmas-TO



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 8: Localização da quadra T-33, no setor Taquari, Palmas-TO



Fonte: Elaborado pelo autor

O orçamento será realizado com base nas características do projeto disponibilizado pela concessionária para cada uma das quadras em estudo, que foram projetadas em traçado radial, traçado utilizado em cidades com topografia plana, em que a cidade é dividida em setores independentes e os afluentes são recalçados para o destino final por gravidade. Nesse traçado, cada quadra funciona como uma rede isolada que é esgotada através de coletores tronco localizados nas avenidas.

Diante os modelos de sistema de esgoto existentes, o empregado será o separador absoluto, que é composto pelas águas residuais e de infiltração (penetradas através da tubulação das juntas de ligação e órgãos acessórios). É um sistema independente, projetado para transportar o esgoto, e não é associado com a transporte de águas pluviais.

### 3.2 FASES DA PESQUISA

A metodologia do referido estudo, se divide em um desenvolvimento de projeto nas 3 etapas a seguir:

#### 1. Levantamento quantitativo de dados da área de estudo

- a. Quantitativo de serviços, como movimentação de terra: escavações, reaterro, acertos de fundo de vala, bota-fora, etc;
- b. Cortes e recomposições de pavimento e passeios;
- c. Material hidráulico da rede.

2. Elaboração de planilhas orçamentárias, identificando o percentual de cada serviço individualizado das quadras em estudo.

3. Avaliar a variação de custo entre as redes coletoras.

#### 3.2.1 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVO

Com base nos dados do comprimento do ramal, profundidade das redes e associando a áreas de seção transversal de valas, subsidio o levantamento do quantitativo de serviços necessários como: serviços preliminares, serviços técnicos, sinalização, movimentação de terra, escoramento, poço de visita, carga, transporte e montagem de tubulações, materiais hidráulicos e remoção e recomposição de pavimento e passeios. Para a composição da planilha orçamentária de todas as quadras, foi incorporado o Benefício e Despesa Indireta (BDI), calculado através de taxas que incidem sobre o custo do empreendimento que apresenta custo indireto e o lucro, além dos impostos, resultando no custo total. Os referidos quantitativos de serviço foram levantados da seguinte forma:

### 3.2.2 SERVIÇOS PRELIMINARES

A obra deve conter uma placa confeccionada com material metálico, fixada ao piso e conter as informações seguindo o modelo da empresa, sendo empregada uma placa por rede.

A mobilização e desmobilização da obra consiste no conjunto de providências adotadas no início da obra e a desmontagem desses serviços, incluindo a limpeza geral e reconstituição da área à sua situação original. Foram obtidos através de um determinado percentual no valor total do investimento.

### 3.2.3 SERVIÇOS TÉCNICOS

Os serviços técnicos como, cadastros, acompanhamento de equipe topográfica e locação dependeram exclusivamente da metragem total da rede coletora, presente no projeto de dimensionamento do traçado adotado em cada quadra em questão, onde constituiu a mensuração exata através da utilização do software AutoCAD.

### 3.2.4 SINALIZAÇÃO INDICATIVAS

Tendo em vista que a rede será sinalizada de acordo com a frente de serviço, a sinalização da obra é feita com tela tapume, que resultou em um percentual em relação ao total da metragem da rede.

### 3.2.5 MOVIMENTAÇÃO DE TERRA

Segundo dados da ABNT NBR 9814 (1987), a largura da vala deve ser no mínimo igual ao diâmetro do calor mais 0.60 metros (para profundidade ate dois metros), se a profundidade ultrapassar 2 metros, deverá ser acrescentado 0,10 para cada metro ou fração que conter.

No reaterro é utilizado o mesmo material retirado na escavação, sendo descontado o volume de ocupação dos tubos assentados. Sendo que o restante dos resíduos foi transportado para bota-fora. Os transportes e descargas para esses materiais são fornecidos através do produto entre volume de carga mecanizada e distância do local de descarte desses resíduos.

A carga mecanizada é definida subtraindo o volume de escavação pelo volume de reaterro multiplicado pelo percentual de empolamento.

### 3.2.6 ESCORAMENTO

O escoramento é essencial para a execução de valas os que os terrenos são passíveis de desmoronamento em suas laterais ou com profundidade superior a 1,30 metros independente do solo. O tipo de escoramento varia de acordo com o solo presente, profundidade da vala e condições locais.

### 3.2.7 MATERIAL HIDRÁULICO

Os materiais hidráulico foram obtidos através dos dados existentes no projeto, que visa da necessidade de atender a vazão de esgoto gerada pela população habitante em cada quadra de estudada.

### 3.2.8 CARGA, TRANSPORTE, DESCARGA E MONTAGEM

O quantitativo de carga, transporte, descarga e montagem de tubulações foram adquiridos por meio da metragem linear da rede coletora e da distância da área de bota-fora, no caso de transporte, carga e descarga de resíduos. Os assentamentos das tubulações devem ser feita de jusante para montante, sobre bases firmes evitando uma possível mudança de posição e risco de ruptura.

O material considerado impróprio para reaterro de valas e recomposição de pavimento deve ser transportado até uma área, previamente determinada para bota-fora.

### 3.2.9 REMOÇÃO E RECOMPOSIÇÃO PAVIMENTO E PASSEIO

De acordo com a norma regulamentadora NBR 9814/1987, diz que a remoção da área de passeio deve ser calculada considerando a somatória de 20 centímetros para cada lado quando estiver no leito da rua, e de 5 centímetros para ambos os lados quando sobre pista de passeio. Com isso, todo o resíduo que foi retirando nessa remoção, deverá ser conduzido para bota fora. Após todos os trabalhos de escavação, locação das tubulações, reaterro e compactação da rede implantada, é necessário e reconstituição do pavimento existente. O material considerado impróprio para reaterro de valas e recomposição de pavimento deve ser transportado até uma área, previamente determinada para bota-fora.

### 3.2.10 ELABORAÇÃO DE PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

A partir do projeto e dados de custo disponibilizado pela concessionária, será realizado o levantamento orçamentário de implantação do sistema de esgoto sanitário para as quadras em estudo.

### 3.2.11 AVALIAR A VARIAÇÃO DE CUSTO ENTRE AS REDES COLETORAS

Após o levantamento dos materiais e custeio de todos os componentes para a implantação do sistema de esgotamento sanitário, será realizada uma análise de custo unitário entre as frentes de serviço de cada quadra em questão, avaliando, se existir variação, quais os principais fatores que geram as variações no custo.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. QUANTITATIVO DE SERVIÇOS PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO

As quadras em estudo para comparativo dos preços unitários tem diferentes tipos de necessidades devido as diversas variações que cada localidade se encontra. Serão analisados apenas os grupos de serviço que conterem valores significativos perante ao valor final, sendo elas: serviços técnicos, movimentação de terra, poços de visita, remoção/recomposição de pavimentos em ruas e avenidas, remoção/recomposição de pavimentos de passeio e materiais hidráulicos de rede.

### 4.2. BASE DE CUSTO UNITÁRIO

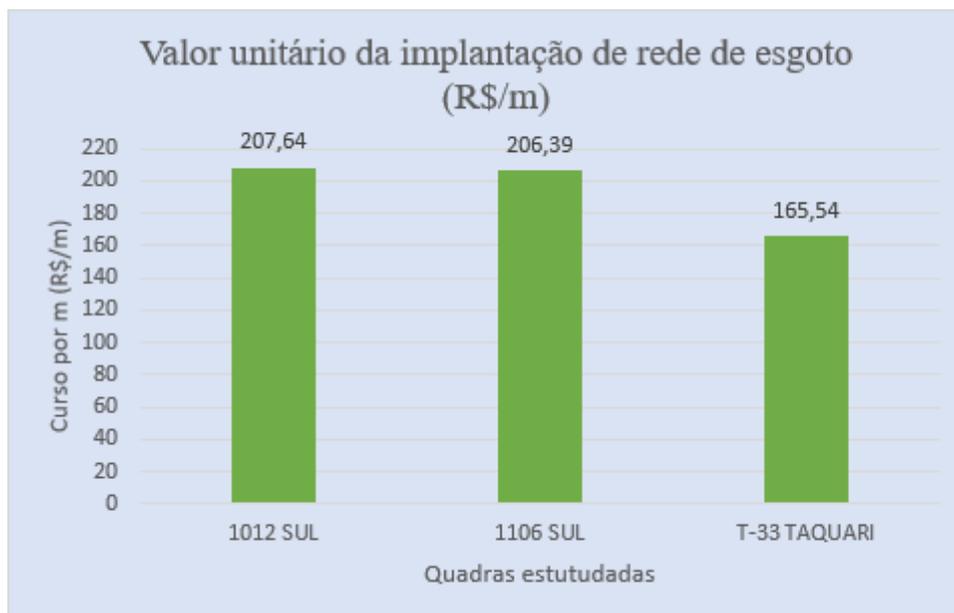
Com base nos projetos de implantação do sistema de esgoto das quadras 1106 sul, 1012 sul e T – 33 que foram fornecidos pela concessionária, foi feito o levantamento dos materiais, mão de obra e execução de cada quadra separadamente, para elaborar o orçamento sintético. Abaixo, a tabela representa o custo unitário do valor total da implantação das redes coletas. Já gráfico 1 contribui para demonstrar visualmente a diferença entre elas.

Tabela 1: Valor final do orçamento unitário de execução da implantação do sistema de esgoto

QUADRA	Valor unitário da implantação de rede de esgoto (R\$/m)
1012 SUL	207,64
1106 SUL	206,39
T-33 TAQUARI	165,54

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Gráfico 1: Representação visual em barras da discrepância entre os valores de implantação de cada quadra



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Conforme o gráfico 1 demonstra, no comparativo de custo entre as quadras estudadas, se tem valores próximos e com variações significativas, sendo o caso mais expressivo, o comparativo das quadras 1012 sul e T-33, com a variação entre elas de R\$42,11 o metro de rede coleta.

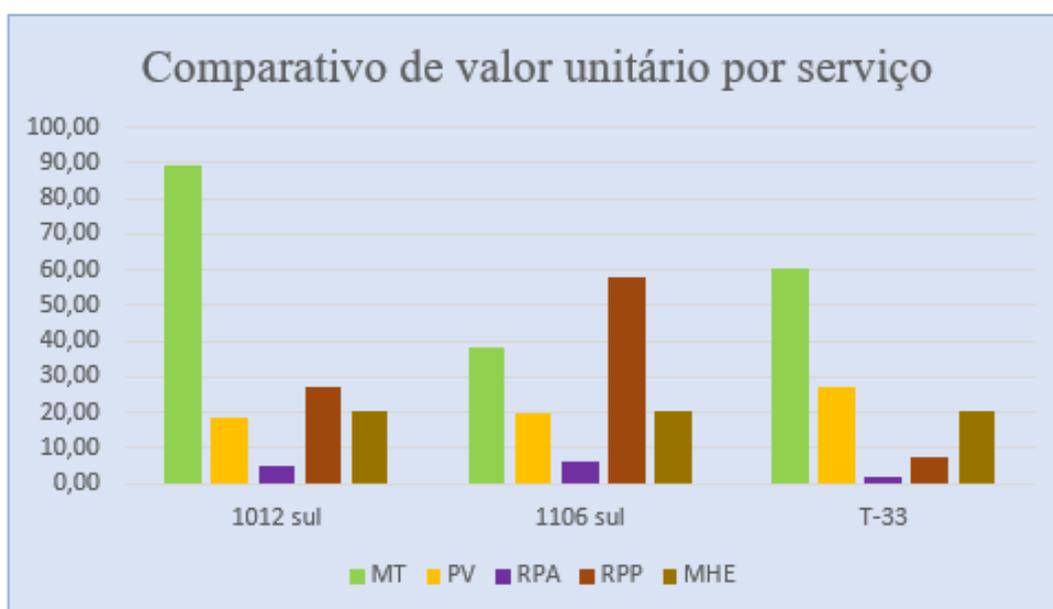
Derivando o orçamento total da obra, tem-se a setorização de cada grupo de serviços. Para melhor compreensão da variação devido a necessidade de atender com desempenho satisfatório cada rede de esgoto, a tabela 02 apresenta os resultados do custo unitário de cada grupo e gráfico 02, tem o intuito de facilitar a análise visual da diferença entre os valores obtidos.

Tabela 2: Valor unitário de cada grupo de serviço avaliado

Grupo de serviços	Quadras estudadas		
	1012 sul	1106 sul	T-33
MT	89,44	38,51	60,41
PV	18,42	19,73	27,18
RPA	4,71	6,45	2,00
RPP	26,85	57,94	7,71
MHE	20,39	20,61	20,49

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Gráfico 2: Representação gráfica do valor unitário de cada grupo de serviço avaliado



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Com tabela 02 a confirmação de que existe variação significativa de valores fica explícita com a derivação da composição final, sendo avaliado a movimentação de terra, poço de visita, remoção e recomposição de ruas e avenidas, remoção e recomposição de pavimento de passeio e materiais hidráulicos de rede.

Os grupos de serviço em análise foram escolhidos com base no critério de maior representatividade percentual no orçamento final e maior variação de custo entre as quadras.

Conforme gráfico 02 expõe o grupo de serviço com maior valor entre as quadras é o de movimentação de terra, sendo comum em todas, com percentual médio de 33,12% em relação ao custo total de implantação das redes coletoras. A maior variação entre as quadras em estudo, foram a 1012 sul e 1106 sul, com diferença de R\$50,93/metro, que corresponde a uma discrepância de 13%. Analisando a derivação desse grupo de serviço, observa-se que na 1012 sul foi necessário adicionar o serviço de escavação mecânica de em terra/cascalho de 4,0 a 6,0 metros, enquanto na 1106 não contém esse item, pois a maior profundidade do serviço de escavação foi de até 2,0 metros. Outra ordem de serviço com resultado relevante, foi o reaterro com compactador tp sapo camadas de 20cm para valas com apoio de retroescavadeira, em que na quadra 1012 sul teve valor de R\$49,24/metro, enquanto na 1106 sul, apenas R\$15,59/metro, obtendo viração de 214%. Ambos serviços citados acima, diverge consideravelmente em seus valores, principalmente pela diferença de declividade ao decorrer das quadras, assim aumentando o custo conforme necessidade da profundidade necessária.

Já nos poços de visita, a maior discrepância existente foi entre as quadras T-33 e 1012 sul, com valor de R\$27,18/metro e R\$18,42/metros, respectivamente, obtendo variação de 147,51% entre elas. Fazendo um comparativo entre elas e ao derivar essa composição, observa-se que a quantidade de serviços não é a mesma, pois a T-33 necessita de poços de visita com profundidade de até 4,0 metros, já a 1012 sul, precisa de até 3,5 metros de profundidade. Entretanto, esse fator não foi decisivo para a maior diferença de custo, e sim a alta variação na quantidade de poços de visita com profundidade de até 1,50 metros, com a quadra T-33, carecendo de 163 unidades, com custo unitário de R\$11,60/metro e a 1012 sul, de apenas 14 unidades e custo unitário de R\$2,61/metro. Apenas esse item gera um percentual de variação de custo 344,44%. Analisando a causa dessa diferença, identifica-se a quantidade elevada de curvas que a T-33 contém, por conta disso, como já dito nas referências que deram base aos poços de visita, sempre que existir vértices ou com distância acima de 100 metros, se tem a necessidade da implantação do poço de visita. Outra diferença observada é que a quadra T-33 é uma quadra residencial, já a quadra 1012 sul é uma quadra industrial, com isso os lotes definidos pelo plano diretor de palmas são maiores, isso diminui a quantidade de vias abertas.

No entanto, a maior variação obtida entre os grupos de serviços foi na remoção e recomposição de pavimento em passeio, onde na quadra 1106 sul o custo é de R\$57,94 por metro de rede, enquanto na quadra T-33 o custo é de somente R\$7,71 por metro de

rede, apesar da quadra T-33 apresentar um alta ocupação populacional, não á infra-estrutura de pavimentação e calçadas na mesma, com isso á uma grande diferença no percentual de habitações com calçadas em relação a quadra 1106 sul. Abrindo a composição da quadra 1106 sul e fazendo uma análise, nota-se que a maior oneração e causada devido a recomposição das calçadas, pois devem ser entregues ao proprietário do imóvel na mesma condição em que se encontrada antes da remoção para passagem das tubulações, independente de qual for o piso contido. Isso ocorre devido a alta densidade populacional da quadra, com casas e comércios de médio padrão, que contém praticamente em todos as vias de passeio algum modelo de piso.

Apesar da baixa variação entre as quadras em estudo, o grupo de materiais hidráulicos de rede também foi avaliado, pois se enquadra no critério estabelecido anteriormente de alto percentual no valor do custo total de implantação da rede de esgoto. A variação entre os valores do custo por metro das quadra estudadas no grupo de materias hidraulicos é infima, não sendo um valor tão expressivo quando comparado com os grupos de serviço acima citados. Isso se deve por conta do dimensionamento ser composto pela metragem linear da rede, adicionado ao percentual de inclinação necessária para escoamento dos dejetos com contribuição da gravidade. Onde todas as quadras estudadas apresenta dimensionamento de condutos com diamentro de 150mm.

## 5. CONCLUSÃO

A partir do projeto concedido pela concessionária, foi possível fazer o orçamento das quadras em estudo e fazer um comparativo entre elas, analisando os grupos de serviço com valores mais significativos e discrepantes.

A implantação da rede de esgoto tem custo elevado, porém variável de região para região, dependendo das adversidades que o local apresenta, com alguns grupos de serviço mais onerosos que outros. Avaliar essa composição de forma derivada, pode acarretar na análise de período/tempo de implantação, para minorar o valor total da obra, verificando se o valor de alguns grupos de serviços são significativos a composição final.

Com a análise dos preços unitários entre as quadras em estudo, é notável e expressiva as variações de custo. Em alguns casos, nem mesmo contém determinados serviços. A importância de não generalizar o custeio total da implantação da rede de esgoto fica clara a partir desse estudo, evidenciando que mesmo em uma cidade previamente planejada, relativamente pequena e com baixa declividade, a variação alcança 20,28% entre os dois locais mais divergentes.

A remoção e recomposição do pavimento de passeio, foi o grupo de serviço com maior custo e variação entre as quadras. Portanto, poderia ser evitado pela concessionária se estivesse executado antes da alta densidade populacional contida na quadra. No entanto, novos estudos a partir desse podem ser realizados, analisando se seria viável a implantação da rede de esgoto a partir da receita gerada pela quadra, comparando qual seria o método mais lucrativo.

Além de toda a análise da variação de custo direta para implantação das redes coletoras, é de suma importância enfatizar o custo indireto em que segundo estudos realizados, a cada R\$1,00 investidos com tratamento de esgoto, são economizados R\$4,00 em saúde pública. Apesar da baixa percepção e conhecimento da população em relação a importância do saneamento básico, os profissionais da área contém o conhecimento necessário para afirmar que essa infraestrutura é essencial, diminuindo drasticamente o índice de doenças relacionadas ao esgoto sanitário.

## 6. REFERÊNCIAS

- TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.
- BARROS, Rodrigo. **A história do saneamento básico na Idade Antiga** . 2014. Disponível em: <<http://www.rodinside.com.br/historia-saneamento-basico-na-idade-antiga/>>. Acesso em: 18 set. 2019.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do saneamento básico: entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica**. Íntegra no site [www.tratabrasil.org.br](http://www.tratabrasil.org.br), 2012.
- BRASIL. **Por que o saneamento básico é tão importante para as cidades?** . 2018. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2018/03/por-que-o-saneamento-basico-e-tao-importante-para-as-cidades>>. Acesso em: 19 out. 2019.
- AZEVEDO NETTO, J. M. et al. **Manual de Hidráulica**, 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998, 670p.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.
- AISSE, M. M. **Sistemas Econômicos de Tratamento de Esgotos Sanitários**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648: **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.
- CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico**. São Paulo: Moderna, 2003.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES, **Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto – SNIS 2010**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, PMSS 2010.
- TSUTIYA, M. T. **Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

NETTO, José Martiniano de Azevedo; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández Y. **Manual de Hidráulica** . 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015. 632 p.

PIMENTA, Handson Cláudio Dias et al. **O ESGOTO: A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO E AS OPÇÕES TECNOLÓGICAS** . 2002. 8 f. Artigo (Graduação em Engenharia de Produção)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Curitiba, 2002. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002\\_TR104\\_0458.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR104_0458.pdf)>. Acesso em: 07 out. 2018.

SILVA, Kássio et al. **ORÇAMENTO: A composição de custos na construção civil**. 2015. 18 f. Artigo (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade Kennedy de Engenharia, [S.l.], 2013. Disponível em: <[http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta\\_upload/artigos/a143.pdf](http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a143.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2018.

TSUTIYA, M.T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011. 548p.

TELLES, André. **A história do saneamento básico na Idade Antiga : O Saneamento Básico no Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://www.sambiental.com.br/noticias/o-saneamento-b%C3%A1sico-no-brasil>>. Acesso em: 07 set. 2018.