



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

EVANDRO AUGUSTO DE ANDRADE

**COMPARATIVO ENTRE TUBOS DE PEAD E TUBOS DE CONCRETO
PARA DRENAGEM PLUVIAL**

Palhoça

2022

EVANDRO AUGUSTO DE ANDRADE

**COMPARATIVO ENTRE TUBOS DE PEAD E TUBOS DE CONCRETO
PARA DRENAGEM PLUVIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. José Gabriel da Silva, MSc.

Palhoça
2022

EVANDRO AUGUSTO DE ANDRADE

**COMPARATIVO ENTRE TUBO DE PEAD E TUBOS DE CONCRETO
PARA DRENAGEM PLUVIAL**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 30 de novembro de 2022.

Professor e orientador José Gabriel da Silva, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Ricardo Moacyr Mafra, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Eng. Civil Heriberto Arns
Prelog Multi-Logística Ltda.

Dedico este trabalho a meu avô Marcelino Garbin (in memoriam), que foi grande exemplo de caráter e dignidade.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus familiares por todo carinho e compressão, em especial, aos meu país Juscelino e Marelise por toda dedicação e esforço para me proporcionar a estrutura necessária para chegar até aqui. À minha esposa Marineuza por todo apoio e suporte emocional dedicado nesses anos.

Deixo um agradecimento especial ao meu orientador pelo incentivo e pela dedicação do seu escasso tempo ao meu projeto de pesquisa.

Por fim a Empresa X e seus responsáveis pelas contribuições pertinentes ao tema deste trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma tiveram participação neste período, fica o meu Muito Obrigado.

RESUMO

Devido ao crescimento desenfreado das cidades no Brasil, surgiram grandes impactos no meio ambiente e na vida da população em geral. Gerando assim uma grande necessidade de melhorias na infraestrutura urbana. Uma ação fundamental para evitar maiores transtornos e prejuízos é o desenvolvimento na área de drenagem pluvial urbana. Este trabalho de conclusão de curso apresenta uma tecnologia em tubos para drenagem, os tubos flexíveis em polietileno de alta densidade (PEAD), que nos últimos anos tem sido bastante estudado como uma alternativa ao já conhecido e bastante utilizado tubo Rígido em Concreto. O estudo irá abordar um comparativo entre ambos os produtos visando descrever se o tudo de Pead apresenta viabilidade tanto técnica como econômica para seu uso. A metodologia será embasada em pesquisas bibliográficas quem envolvem todo o sistema de drenagem urbana, ou seja, tratando da evolução histórica, a constituição de um sistema e descrição das características dos tubos analisados. Na sequência apresenta-se um estudo de caso, em uma obra de drenagem pluvial, onde será analisado os custos, as vantagens e desvantagens de execução no uso de cada tecnologia.

Palavras-chave: Tubos. PEAD. Concreto. Drenagem Pluvial.

ABSTRACT

Due to the unbridled growth of cities in Brazil, major impacts on the environment and on the life of the population in general have emerged. Thus generating a great need for improvements in urban infrastructure. A fundamental action to avoid greater inconvenience and damage is the development in the area of urban storm drainage. This course completion paper presents a technology in drainage pipes, the flexible pipes made of high-density polyethylene (HDPE), which in recent years has been widely studied as an alternative to the already known and widely used rigid concrete pipe. The study will approach a comparison between both products aiming to describe if HDPE everything presents technical and economical viability for its use. The methodology will be based on bibliographic research involving the entire urban drainage system, i.e., dealing with the historical evolution, the constitution of a system and description of the characteristics of the pipes analyzed. In the sequence a case study is presented, in a rainwater drainage work, where the costs, advantages and disadvantages of the use of each technology will be analyzed.

Keywords: Pipes. HDPE. Concrete. Storm Drain.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sarjeta em concreto.....	16
Figura 2 – Sarjetão.....	17
Figura 3 - Meio fio	17
Figura 4 – Bueiro.....	18
Figura 5 - Galeria Pluvial.	18
Figura 6 - Poço de visita.....	19
Figura 7 - Tipos de encaixe em tubos de concreto.	20
Figura 8 - Assentamento de tubos de concreto.....	20
Figura 9 - Tubo de PEAD corrugado.	21
Figura 10 - Montagem com uso de alavanca.....	22
Figura 11 - Instalação com auxílio de escavadeira.....	22
Figura 12 - montagem com Catraca de Aperto.....	23
Figura 13 - Loteamento Portal do Cambirela.....	25
Figura 14 - Intensidade da chuva em mm/h	27
Figura 15 - Coeficiente de deflúvio de acordo com as áreas das bacias tributárias	28
Figura 16 - Vazão Q (Equivalência de diâmetro).....	33
Figura 17 - Velocidade do fluido (Equivalência de diâmetro).....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tabela de diâmetros e vazões para galerias tubulares simples.....	31
Quadro 2 - Tabela de vazão de mudança de diâmetro dentro do sistema	31
Quadro 3 - Quadro de vazão de mudança de diâmetro dentro do sistema	32
Quadro 4 - Resumo volume de escavação.....	33
Quadro 5 - Comprimento de rede	34
Quadro 6 - Resumo volume lastro de brita.....	34
Quadro 7 - Resumo volume lastro de brita.....	35
Quadro 8 - Resumo volume reaterro	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO – Association of State Highway and Transportation Officials

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABTC – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto

ASTM – American Society for Testing and Materials

CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento

cm – Centímetros

cm/s – Centímetros por segundos

l/s – Litro por segundo

km² – Quilômetros quadrados

m – Metros

m³/s – Metros cúbicos por segundo

mm – Milímetro

mm/h – Milímetros por hora

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivos específicos.	13
1.2	JUSTIFICATIVA	13
1.3	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA	15
2.2	ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE DRENAGEM URBANA..	16
2.2.1	Sarjetas.....	16
2.2.2	Sarjetões	17
2.2.3	Meio Fio.....	17
2.2.4	Bueiros.....	18
2.2.5	Galerias Pluviais.....	18
2.2.6	Poços de Visitas.....	19
2.3	TUBOS EM CONCRETO	19
2.3.1	Juntas.....	20
2.4	TUDO DE PEAD.....	21
2.4.1	Instalação dos tubos PEAD	21
2.4.1.1	Método de Instalação de Alavanca e Barra de Ferro.....	22
2.4.1.2	Método de Instalação com Escavadeira	22
2.4.1.3	Método de Instalação com Catraca de Aperto.....	23
3	METODOLOGIA.....	24
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
3.2	DIMENSIONAMENTO DA REDE.....	25
3.2.1	Método Racional.....	25
3.2.2	Intensidade de precipitação.....	26
3.2.3	Coefficiente de deflúvio	28
3.2.4	PARÂMETROS DE PROJETO	28
3.3	QUANTIDADE DOS SERVIÇOS.....	29
3.3.1	Escavação	29
3.3.2	Lastro de brita	29
3.3.3	Bota-Fora	29

3.3.4 Reaterro das Valas	29
3.3.5 Reaterro das Valas	30
3.3.6 Reaterro das Valas	30
4 RESULTADO E DISCUÇÃO	31
4.1 DIMENSIONAMENTO DA REDE COM TUBO DE CONCRETO.....	31
4.1.1 Planilha de cálculo.....	31
4.2 DIMENSIONAMENTO DA REDE COM TUBO PEAD	32
4.2.1 Planilha de Cálculo	32
4.3 QUANTIDADE DOS SERVIÇOS.....	33
4.3.1 Escavação.....	33
4.3.2 Assentamento.....	34
4.3.3 Lastro de brita.....	34
4.3.4 Bota-Fora	34
4.3.5 Reaterro das Valas	35
4.4 TUBOS DE CONCRETO.....	35
4.5 TUBOS DE PEAD.....	35
4.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	36
4.6.1 Tudo de Concreto.....	36
4.6.2 Tudo PEAD.....	36
5 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	37
6 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado dos grandes centros urbanos vem provocando fortes impactos na vida da população e no meio ambiente. Impactos estes que acabando mudando totalmente a qualidade de vida de todos. Inundações, alagamentos e deslizamentos de terra têm se tornado algo frequente. Segundo Silveira (2002 apud POLETO, 2011), o fenômeno da urbanização gera a impermeabilização do solo, a qual impede a infiltração das águas pluviais, produzindo mais água para drenagem. Assim, a rede pluvial acelera os escoamentos, favorecendo o acúmulo de água em pontos de saturação, ou seja, provoca a inundação.

A Drenagem Pluvial Urbana é o sistema responsável pelo manejo das águas provenientes da chuva a fim de escoá-las através de galerias até o curso hídrico capaz de recebê-las. O sistema é estruturado nas vias urbanas através de sarjetas, bueiros popularmente conhecidos como boca de lobo, galerias, dentre outros. Para que o sistema funcione adequadamente as canalizações devem seguir as normas, das quais regulamenta materiais a serem usados, indicam declividades, diâmetros etc.

No Brasil, para a execução das redes de drenagem, tem sido muito utilizado os tubos de concreto, por possuírem grande durabilidade, boa resistência mecânica, preço acessível, ter grande variedade de diâmetros, e encontrado com grande facilidade no mercado. Porém, justamente por ser produzido em concreto, ele acaba se tornando um produto pesado.

Para o assentamento deste tipo de tubo é necessário o uso de uma retroescavadeira ou escaveira hidráulica, além de um profissional que faz o devido auxílio ao operador da máquina para realizar o alinhamento e o devido encaixe das juntas. O que além de deixar o trabalho lento, torna o serviço também bastante inseguro. Devido a isso, nos últimos anos, as empresas têm buscado outros tipos de matérias que tenham uma maior produtividade e sejam mais seguros e que atendam as normas.

Um produto que vem tendo boa aceitação é o Tudo de Polietileno de Alta Densidade, mas conhecido por PEAD. Devido a boa aceitação deste produto, esse trabalho terá o foco em realizar um comparativo entre os dois tubos afim de analisar a viabilidade de uso do Pead para Drenagem Pluvial.

1.1 OBJETIVOS

Desenvolver um estudo comparativo entre tubo e Pead tudo de Concreto para drenagem pluvial.

1.1.1 Objetivos específicos.

- Descrever e analisar as características técnicas dos Tubos de Concreto
- Descrever e analisar as características técnicas dos Tubo de PEAD Corrugado
- Caracterizar as diferenças dos Tubos, analisando vantagens e de desvantagens

1.2 JUSTIFICATIVA

Historicamente a construção civil está sempre em processo de mudança, ou seja, a cada dia encontra-se no mercado produtos inovadores para atender diferentes necessidades. Podemos citar, por exemplo, o uso de cordoalhas em estruturas protendidas, onde com uso da mesma podemos alcançar grandes vãos livres em uma edificação diminuindo com isso o número de colunas e pilares, trazendo assim uma maior comodidade para o usuário, coisa que a alguns anos seria inviável atender tal necessidade sem essa inovação.

Recentemente surgiu no mercado o tudo de Polietileno de Alta Densidade (Pead). Ele foi criado no intuito de substituir tubos de concreto para sistemas de esgoto e drenagem pluvial.

Os tubos de concreto têm sido utilizados a bastante tempo no Brasil. Apesar de ser um produto conceituado, de fácil obtenção e disponibilidade, ele apresenta algumas desvantagens para sistemas de Drenagem Pluvial. Por ser de concreto apresenta baixa resistência a compressão por isso seu transporte dever ser feito com extremo cuidado, pois qualquer impacto mais contundente pode causar danos a peça. Já o seu recobrimento se comparado ao Tubo de Pead é maior. Outro problema, é a sua baixa produtividade.

Segundo Andrade (2017) as informações sobre os tubos de PEAD são muito limitadas. Há poucos trabalhos sobre o assunto e as principais características são informadas nos manuais dos fabricantes, ao contrário dos tubos de concreto, que encontram-se informações facilmente nas literaturas.

1.3 METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido através de pesquisas bibliográficas e um estudo de caso.

O levantamento bibliográfico foi realizado em livros, artigos, manuais de fabricantes, teses, dissertações, sites e normas técnicas, onde buscou-se angariar o máximo de informações possíveis para realização de análise e obtenção de resultados.

Já o estudo de caso será realizado a partir de um Loteamento a ser implementado no Bairro Aririú no município de Palhoça em Santa Catarina. Todos os materiais e informações foram disponibilizados pela Empresa X responsável pela realização empreendimento, além dos fabricantes de tubos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

Drenagem por definição é o ato de escoar as águas de uma determinada área por meio de canais, tubos, tuneis e valas, podendo ser por gravidade ou através de motores para bombear e vencer certos desníveis. Segundo Cardoso Neto (1998) Drenagem é o termo empregado na designação das instalações destinadas a escoar o excesso de água, seja em rodovias, na zona rural ou na malha urbana. O sistema de acordo com Tucci (2007) tem sido desenvolvido dentro de premissas estruturais onde os impactos são transferidos de montante para jusante sem nenhum controle de suas fontes.

Historicamente falando não há qualquer tipo de relato ou estudo sobre a origem dos sistemas de captação de água de chuva, porém pode-se dizer que são tão antigos quanto à origem das civilizações. Em algumas ruínas de cidades muito antigas ainda são encontradas algum tipo de rede de drenagem. Andrade (2017) relata que redes de drenagem implantadas pelos romanos podem ser observadas ainda hoje, com pequenos trechos ainda em funcionamento.

O primeiro sistema de drenagem pluvial unitário no Brasil, foi implantado no Rio de Janeiro, no ano de 1856. Conforme Poletto (2011) o país, foi atingido pela epidemia de cólera no ano de 1855, em meio ao fluxo de pessoas proporcionado pelas constantes viagens marítimas. A gravidade da epidemia foi tão grande que, só na cidade do Rio de Janeiro, capital do país na época, causou a morte de mais de cinco mil pessoas.

Com o efetivo funcionamento do sistema unitário no Rio de Janeiro, outros municípios brasileiros aos poucos começaram a implantar o sistema, principalmente após o Brasil deixar de ser uma colônia Portuguesa, em 1889.

Em 1912, com a adoção no Brasil do sistema separador absoluto, onde os sistemas de drenagem passaram a ser obrigatoriamente projetados e construídos independentemente dos sistemas de esgoto sanitário, a drenagem tornou-se um elemento obrigatório dos projetos de urbanização. (FERNANDES,2002).

Segundo Andrade (2017) A execução de obras de drenagem é um método eficaz para manter a salubridade de áreas urbanas ou a urbanizar, fazendo parte do Saneamento Básico e do conjunto de obras de infraestrutura necessária à garantia da integridade física e das propriedades urbanas.

De acordo com Pereira (2019) Drenagem Urbana pode ser classificada em dois níveis: macrodrenagem e micro drenagem. Segundo Tucci (2001) entende-se por macrodrenagem as

intervenções em fundos de vale que coletam águas pluviais de área providas de sistema de micro drenagem ou não. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de macrodrenagem é denominado micro drenagem. (CARDOSO NETO, 1998).

Conforme Andrade (2017) cita, no Brasil, a infraestrutura de micro drenagem é reconhecida como de competência dos governos municipais, ampliando-se esta competência em direção aos governos estaduais, na medida em que crescem de relevância as questões de macrodrenagem, cuja referência fundamental para o planejamento são as bacias hidrográficas.

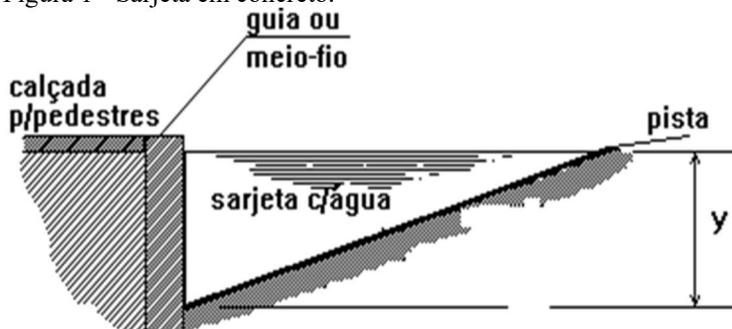
2.2 ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Segundo Pereira (2017, apud Ceap, 2014) um sistema de micro drenagem é composto por uma série de unidades e dispositivos hidráulicos para os quais existe uma terminologia própria e cujos elementos mais frequentes são sarjeta, sarjetões, galerias de águas pluviais, poços de visita, entre outros.

2.2.1 Sarjetas

As sarjetas ou valetas estão localizadas nas extremidades das ruas e avenidas, e que beiram o meio-fio, normalmente executada em concreto, podendo ser pré-moldada ou executada in loco. Preferencialmente deve estar um nível mais baixo que a via para que possa conduzir a água até os bueiros. Detalhe da sarjeta conforme Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Sarjeta em concreto.

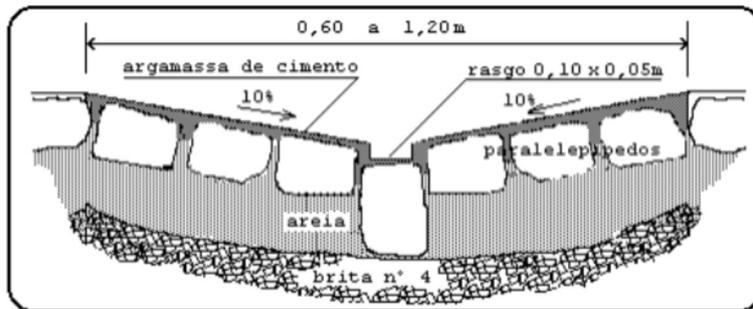


Fonte: Fernandes, (2002).

2.2.2 Sarjetões

Os Sarjetões são canais triangulares longitudinais destinados a coletar e conduzir as águas superficiais da faixa pavimentada e da faixa de passeio ao dispositivo de drenagem, boca de lobo, galeria etc. Detalhe do Sarjetão conforme Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Sarjetão.



Fonte: Fernandes, (2002).

2.2.3 Meio Fio

Meio-fio, guia ou lancil é a borda do passeio, que delimita o desnível entre a calçada de pedestres do pavimento onde transitam veículos. São constituídas em pedra ou concreto podendo ser em blocos pré-moldados ou executadas in loco. Detalhe do Meio Fio conforme Figura 3 a seguir.

Figura 3 - Meio fio



Fonte: Google Imagens, (2022).

2.2.4 Bueiros

Popularmente conhecido como boca de lobo, os bueiros ficam localizados junto ao meio-fio e a sarjeta na extremidade da via, podem contar com grelhas metálicas ou de concreto, ou simplesmente um vão na extremidade inferior do meio fio para água escoar e siga para a galeria subterrânea. Assim como as sarjetas são executadas em concreto. Figura 4 mostra tipo mais popular de bueiro.

Figura 4 – Bueiro.



Fonte: Google Imagens, (2022).

2.2.5 Galerias Pluviais

Galeria Pluvial é o sistema de dutos subterrâneos destinados ao escoamento de água pluvial coletada pela parte superficial do sistema de drenagem. Podem ser executados em uma série de materiais como PVC, concreto e Pead, Figura 5.

Figura 5 - Galeria Pluvial.



Fonte: Google Imagens, (2022).

2.2.6 Poços de Visitas

Tem por objetivo dar acesso os dutos para fazer as devidas manutenções, fica localizado em pontos estratégicos do sistema de drenagem. Usualmente o poço de visita é executado junto com o bueiro. Pode ser construído em blocos cerâmicos, blocos de concreto ou em pré-moldado. Na Figura 6, detalha um Poço de visita em fase de execução.

Figura 6 - Poço de visita.



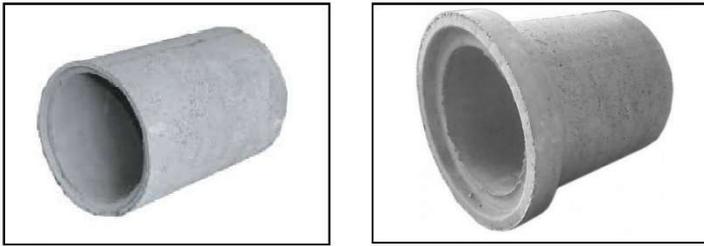
Fonte: Google Imagens, (2022).

2.3 TUBOS EM CONCRETO

De acordo com Andrade, *et al.* (2017, p.30) o tubo feito de concreto é notoriamente hoje o mais empregado em obras de drenagem pluvial, principalmente devido a sua resistência mecânica e a sua disponibilidade de fornecimento. Apesar disso, o material apresenta pequena capacidade de deformação antes de ruptura quando submetido a tração, tornando-o frágil.

A Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto (ABTC), entidade que reúne os principais fabricantes de tubos e aduelas pré-moldados em concreto do Brasil, define os tubos de concreto como “peças circulares pré-moldados em concreto, com encaixe tipo ponta-bolsa ou macho fêmea [...]”. Na Figura 7 à esquerda detalha um tubo do tipo macho-fêmea e a direita do tipo ponta bolsa.

Figura 7 - Tipos de encaixe em tubos de concreto.



Fonte: Google Imagens, (2022).

Segundo Pereira (2017) As tubulações de concreto são denominadas de manilhas de concreto, bem como tubos de galeria ou aduelas. Servem para utilizar-se de auxílio para captação e escoamento das águas pluviais, esgotos sanitários, efluentes industriais, canalização de córregos e galerias e pôr fim a drenagem em áreas propicia a alagamentos ou desmoronamento.

2.3.1 Juntas

A tubulação em concreto tem seu encaixe realizado com dois tipos de juntas, que são denominadas de elásticas ou rígidas. As juntas elásticas são aquelas que se utilizam anéis de borracha na extremidade do tubo, garantindo assim uma melhor estanqueidade no transporte de água. A juntas rígidas são caracterizadas pelo rejuntamento com argamassa de cimento e areia nos encaixes dos tubos, esse tipo de junta é muito utilizado em obras de drenagem pluvial. Na Figura 8 representa como é executado o assentamento das manilhas de concreto.

Figura 8 - Assentamento de tubos de concreto



Fonte: MP Terraplanagem, (2017).

2.4 TUDO DE PEAD

Segundo Marcondes (2016) o PEAD é uma espécie de polietileno, que é um composto plástico produzido por meio de diversos tipos de reações de polimerização do etileno sob a presença de catalizadores.

Por volta de 1950, a empresa alemã Hoechst AG, começou a produzir tubos de Polietileno, sendo ainda em Baixa Densidade que eram denominados PE 32,40 e 50. Para Drenagem pluvial em cidades e rodovias, o Pead foi utilizado para este fim somente nos anos 60. Os atuais tubos produzidos com propriedades PE 63 e superior teve seu início de na década de 80 através do aumento de estudos para o produto.

Segundo a fabricante de KNTS Drain, os tubos de Pead são desenvolvidos para resistir aos esforços mecânicos e ao ataque dos agentes químicos encontrados nos líquidos captados ou de entorno(subsolo). A durabilidade do Pead, é entorno de 75 anos, isso foi comprovado através de estudos e testes realizados nos Estados Unidos.

Em seu Catálogo de Tubulações Corrugadas, a Tigre-ADS (2017), justifica que os tubos em PEAD são vendidos em trechos de 6 metros para que seu manuseio seja padronizado e esteja de acordo com as medidas de transporte, implicando também em uma quantidade menor de juntas e altos rendimentos de instalação.

Figura 9 - Tubo de PEAD corrugado.



Fonte: PEAD KNTS Drain, (2022).

2.4.1 Instalação dos tubos PEAD

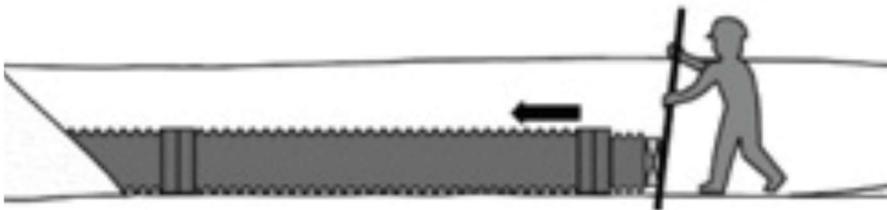
Por ser um produto muito leve, o tubo de PEAD tem sua instalação relativamente simples e rápida se comparada a qualquer outro tipo de material. O fabricante Tigre-ADS, apresenta as seguintes orientações e métodos para instalação dos tubos PEAD:

2.4.1.1 Método de Instalação de Alavanca e Barra de Ferro

- Recomendado para instalação de tubulações de até 450mm (18”).
- Colocar um tampão de instalação TIGRE-ADS ou elemento feito in situ dentro da bolsa, para não empurrar diretamente sobre o tubo a inserir e evitar danificar a bolsa.
- Pôr um bloco de madeira verticalmente contra o tampão.
- Com uma barra ou alavanca, empurrar contra o bloco de madeira e alavancar de forma a empurrar o tubo até que a inserção se realize de maneira adequada.

Na figura 10 ilustra todo o processo descrito

Figura 10 - Montagem com uso de alavanca.



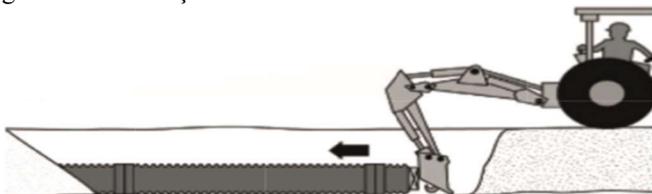
Fonte: Tigre – ADS, (2017).

2.4.1.2 Método de Instalação com Escavadeira

- Recomendado para instalação de tubulações desde 500mm (20”).
- Colocar um tampão de instalação TIGRE-ADS ou similar dentro da bolsa, para não empurrar diretamente sobre o tubo a inserir e evitar danificar o bocal.
- Pôr um bloco de madeira verticalmente contra o tampão.
- Com cuidado, empurrar a pá da escavadeira contra o bloco de madeira até que a ponta da tubulação fique inserida adequadamente dentro da bolsa.

Na Figura 11 ilustra a montagem desse método

Figura 11 - Instalação com auxílio de escavadeira.



Fonte: Tigre – ADS, (2017).

2.4.1.3 Método de Instalação com Catraca de Aperto

- Recomendado para instalação de tubulações desde 450mm (18”).
- Colocar de encontro a ponta e a bolsa dos tubos a conectar.
- Abraçar ambos os tubos com cordas, faixas de nylon ou cinta com uma “orelha” na altura de cada corrugado da tubulação.
- Colocar uma catraca de aperto por cada lado da tubulação, ancorando-a a cada “orelha” já instalada e começar a exercer força com elas em forma paralela, até conseguir o encaixe adequado da conexão.

Figura 12 - montagem com Catraca de Aperto.



Fonte: Tigre – ADS, (2017).

3 METODOLOGIA

Apresenta-se a metodologia utilizada para a realização deste estudo de caso, como o intuito de demonstrar os processos que fazem a composição deste trabalho de forma a orientar toda análise realizada

A primeira etapa se caracterizou pela pesquisa de informações em livros, artigos e dissertações de conteúdos aprofundados à área de drenagem pluvial urbana. Esta parte representa a revisão bibliográfica, assim incorporando todos os tópicos que servirão de referência durante as comparações a serem realizadas.

Posteriormente, levantando-se dados históricos a respeito do avanço, nos últimos anos, em relação a estruturação dos tipos de sistemas de drenagem pluvial, utilizados principalmente no Brasil. Com base nas referências bibliográficas, pode-se detalhar todas as partes constituintes do sistema de drenagem e assim descrever os diferentes tubos a serem analisados no estudo de caso.

Com os dados colhidos é possível fazer uma comparação a respeito das diferenças entre os materiais, podendo identificar uma possível viabilidade técnica para uso do material alternativo. Além disso, demonstrar também sua provável viabilidade econômica.

A pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa aplicada, visto que se pretende demonstrar a viabilidade da utilização do Tubo de Pead comparada ao Tubo de Concreto em um sistema de drenagem pluvial. Tendo em vista que o Pead por ser uma tecnologia recente, não há muitos trabalhos relacionados a ele.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para demonstrar as diferenças existentes e suas características, será desenvolvido um estudo de caso na Empresa Empresa X, no loteamento Portal do Cambirela que fica localizado na Avenida São Cristóvão no Bairro Aririú na cidade de Palhoça de acordo com a Figura 13 abaixo, onde está sendo utilizado tubo de concreto na execução da rede de drenagem pluvial.

Figura 13 - Loteamento Portal do Cambirela



Fonte: Empresa X, (2022).

O loteamento tem uma área total é de 140.333,70 m², possui um total de 15 quadras com 258 lotes residenciais, sendo 239 unifamiliares e 19 multifamiliares/comerciais. Além disso, há áreas destinadas à área verde, implantação do sistema viário e demais equipamentos públicos.

Na concepção do sistema viário, de acordo com o projeto urbanístico, foram definidas as dimensões das ruas e as declividades transversais, a fim de orientar as águas superficiais para pontos específicos. Foi definida a inclinação transversal das ruas, como sendo 2%, sendo o caimento em duas águas, para ambos os bordos. Assim sendo, o posicionamento dos dispositivos de captação e da tubulação será sempre nos bordos, a fim de garantir maior segurança dos dispositivos e maior facilidade para eventuais reparos.

3.2 DIMENSIONAMENTO DA REDE

Considerando ser a descarga em uma determinada seção, função das características fisiográficas das bacias contribuintes, utilizou-se o método de transformação da chuva em deflúvio superficial conforme segue.

3.2.1 Método Racional

O método racional é um método indireto, utilizado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo (TOMAZ, 2013). É representado pela seguinte equação:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Onde:

Q = vazão, em m³/s;

C = coeficiente de escoamento ou deflúvio; I = intensidade de precipitação, em mm/h;

e A = área da bacia, em km².

3.2.2 Intensidade de precipitação

Em estudos hidrológicos necessita-se, além do conhecimento das chuvas máximas observadas nas séries históricas, a previsão de precipitações máximas que possam vir a ocorrer com determinada frequência (Villela & Mattos, 1975). Através da análise das observações das chuvas intensas durante um período de tempo suficientemente longo e representativo, é possível obter essa previsão de precipitações máximas (Tucci, 2004).

Para o dimensionamento das galerias tubulares simples do Loteamento Portal do Cambirela foi utilizada a intensidade máxima pontual, obtida através das relações intensidade-duração-frequência (IDF). Para a obtenção da equação IDF do município de Palhoça foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Poço Fundo, código 02748005, operada pela EPAGRI (CPRM, 2013).

Para a definição da equação foi utilizada a distribuição de Gumbel, o método dos momentos – L e as relações entre alturas de chuvas de diferentes durações obtidas com as relações IDF estabelecidas por Pfafstetter (1982) para o município Florianópolis, distante a 28 km da estação de Poço Fundo (CPRM, 2013).

A equação utilizada para obter as curvas IDF foi:

$$i = \frac{\{[(a \cdot \ln(T) + b) \cdot \ln(t + (\frac{\delta}{60}))]\} + c \cdot \ln(T) + d}{t}$$

Onde:

- i = Intensidade
- T = Tempo de retorno (anos)
- t = Duração da precipitação (horas)
- a; b; c; d; δ = parâmetros

Para Poço Fundo, os parâmetros das equações são os seguintes:

- a = 9,2631
- b = 22,3364

- $c = 10,9768$;
- $d = 26,4842$
- $\delta = 1$

O valor da intensidade de precipitação é obtido pelo estudo hidrológico para um tempo de duração de 5 minutos e tempo de recorrência de 10 anos (DNIT, 2006). Sendo assim, ao verificar a tabela a seguir, foi obtida a intensidade de 118,7 mm/h.

Figura 14 - Intensidade da chuva em mm/h

Duração da chuva	Tempo de Retorno, T (anos)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
5 Minutos	78,2	101,3	118,7	128,9	136,1	141,7	146,3	153,5	159,1	163,7	169,3	176,6
10 Minutos	73,1	94,6	110,9	120,4	127,2	132,4	136,7	143,5	148,7	153,0	158,2	165,0
15 Minutos	67,6	87,5	102,6	111,4	117,7	122,6	126,5	132,8	137,6	141,6	146,5	152,7
20 Minutos	62,9	81,4	95,4	103,6	109,5	114,0	117,7	123,5	128,0	131,7	136,2	142,0
30 Minutos	55,4	71,7	84,0	91,3	96,4	100,4	103,6	108,7	112,7	116,0	119,9	125,1
45 Minutos	47,3	61,3	71,9	78,0	82,4	85,8	88,6	93,0	96,4	99,2	102,6	106,9
1 Hora	41,6	53,9	63,2	68,7	72,5	75,5	77,9	81,8	84,8	87,2	90,2	94,1
2 Horas	27,3	35,4	41,5	45,0	47,6	49,5	51,1	53,7	55,6	57,2	59,2	61,7
3 Horas	20,9	27,1	31,8	34,5	36,5	38,0	39,2	41,1	42,7	43,9	45,4	47,3
4 Horas	17,2	22,3	26,1	28,4	30,0	31,2	32,2	33,8	35,1	36,1	37,3	38,9
5 Horas	14,7	19,1	22,4	24,3	25,6	26,7	27,6	28,9	30,0	30,9	31,9	33,3
6 Horas	12,9	16,7	19,6	21,3	22,5	23,4	24,2	25,4	26,3	27,1	28,0	29,2
7 Horas	11,6	15,0	17,5	19,1	20,1	21,0	21,6	22,7	23,5	24,2	25,0	26,1
8 Horas	10,5	13,6	15,9	17,3	18,2	19,0	19,6	20,6	21,3	22,0	22,7	23,7
12 Horas	7,7	10,0	11,7	12,7	13,5	14,0	14,5	15,2	15,7	16,2	16,8	17,5
14 Horas	6,9	8,9	10,4	11,3	12,0	12,5	12,9	13,5	14,0	14,4	14,9	15,5
20 Horas	5,2	6,7	7,9	8,6	9,1	9,4	9,8	10,2	10,6	10,9	11,3	11,8
24 Horas	4,5	5,8	6,9	7,4	7,9	8,2	8,4	8,9	9,2	9,5	9,8	10,2

Fonte: CPRM, 2013.

3.2.3 Coeficiente de deflúvio

Para o dimensionamento das galerias, foi utilizado um coeficiente de deflúvio de 0,9, pois trata-se de uma superfície asfaltada.

Figura 15 - Coeficiente de deflúvio de acordo com as áreas das bacias tributárias

TIPO DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "c"
Ruas:	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajeto de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Gramados; solos arenosos:	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
Gramados; solo compacto:	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35

Fonte: Google Imagens, (2022).

3.2.4 PARÂMETROS DE PROJETO

Nos cálculos hidráulicos da rede de drenagem, foi empregada a fórmula de Manning, associada à equação da continuidade, com o coeficiente dado pela fórmula de Manning.

$$Q = \frac{A \cdot (Rh)^{2/3} \cdot \sqrt{I}}{n}$$

Onde:

- A = Área molhada (m²)
- Rh = Raio hidráulico (m)
- I = Declividade (m/m)
- n = Coeficiente de rugosidade de Manning Os parâmetros adotados foram
- Declividade = 0,3%
- Coeficiente de Rugosidade do tubo = 0,013

3.3 QUANTIDADE DOS SERVIÇOS

3.3.1 Escavação

O cálculo do volume de escavação é dado por:

$$V_e = (B \times L \times P) + \text{lastro de brita}$$

Sendo:

B = largura da vala

L = comprimento da vala

P = profundidade média da vala

Onde:

$$P = D_e + H$$

D_{ext} = Diâmetro externo do tubo (para concreto o valor é fornecido segundo a Norma 8890/2007 e para PEAD o valor é fornecido pelo catálogo do fabricante)

H = altura média acima da geratriz superior do tubo

Lastro = 0,15 m (considerado para ambos os tubos).

3.3.2 Lastro de brita

O volume do lastro de brita apresentado no quadro 6 foi calculado da seguinte forma:

$$V_{\text{lastro}} = \text{Espessura do lastro} \times B \times L$$

Sendo:

Espessura do lastro = 0,15 m (considerado tanto para concreto quanto para PEAD)

B = largura da vala

L = comprimento da vala

3.3.3 Bota-Fora

Tanto para a rede em concreto quanto para a rede em PEAD, foi considerado:

$$\text{Volume bota - fora} = \text{volume tubo} + \text{volume lastro de brita}$$

3.3.4 Reaterro das Valas

Para concreto e PEAD foi calculado o volume de reaterro da seguinte forma:

$$R = \text{volume escavado} - \text{vol. tubo} - \text{vol. lastro}$$

3.3.5 Reaterro das Valas

Para concreto e PEAD foi calculado o volume de reaterro da seguinte forma:

$$R = \text{volume escavado} - \text{vol. tubo} - \text{vol. lastro}$$

3.3.6 Reaterro das Valas

Para concreto e PEAD foi calculado o volume de reaterro da seguinte forma:

$$R = \text{volume escavado} - \text{vol. tubo} - \text{vol. lastro}$$

4 RESULTADO E DISCUÇÃO

4.1 DIMENSIONAMENTO DA REDE COM TUBO DE CONCRETO

No quadro 1 apresenta os valores de vazão para cada diâmetro a ser utilizado no sistema.

Quadro 1 - Tabela de diâmetros e vazões para galerias tubulares simples

i(%)	D=0,40	D=0,50	D=0,60	D=0,80	D=1,00	D=1,20	D=1,50
	Q (m ³ /s)						
0,3	0,0956	0,173	0,282	0,607	1,099	1,789	3,241

Fonte: Empresa X (2022).

4.1.1 Planilha de cálculo

O Quadro de Dimensionamento, apresentada a seguir, demonstra as áreas de contribuição de cada boca de lobo, a correspondente vazão captada, acumulando-se na tubulação que corre sob o eixo da pista de rolamento e os diâmetros correspondentes.

Quadro 2 - Tabela de vazão de mudança de diâmetro dentro do sistema

GALERIAS DE DRENAGEM					
Trecho	Área (m ²)	Área (km ²)	Vazão (m ³ /s)	Diâmetro (cm)	i (%)
BLS_03-BLS_07	3860	0,00386	0,11454550	40	1,0
BLS_07-BLS_10	9763	0,009763	0,28971703	40	4,0
BLS_13-BLS_20	3717	0,003717	0,11030198	40	0,5
BLS_35-BLS_20	9705	0,009705	0,28799588	50	1,0
BLS_52-BLS_21	5834	0,005834	0,17312395	40	1,0
BLS_117-BLS_23	4753	0,004753	0,14104528	40	1,0
BLS_120-BLS_25	4239	0,004239	0,12579233	40	1,0
BLS_122-BLS_27	6521	0,006521	0,19351068	40	1,0
BLS_92-BLS_31	5231	0,005231	0,15522993	40	1,0
BLS_45-BLS_82	4215	0,004215	0,12508013	40	1,0
BLS_82-BLS_129	7896	0,007896	0,23431380	50	2,0
BLS_129-BLS_34	6583	0,006583	0,19535053	80	1,0
BLS_34-SAÍDA	89521	0,089521	2,65653568	100	1,2

Fonte: Empresa X (2022).

4.2 DIMENSIONAMENTO DA REDE COM TUBO PEAD

4.2.1 Planilha de Cálculo

Para o dimensionamento da rede com tubo de PEAD, foi utilizada os mesmos dados fornecidos pela empresa Empresa X, para cálculo em concreto, adotando-se somente o coeficiente de rugosidade de Manning, neste caso 0,010, e um diâmetro mínimo de 375mm conforme Quadro 3.

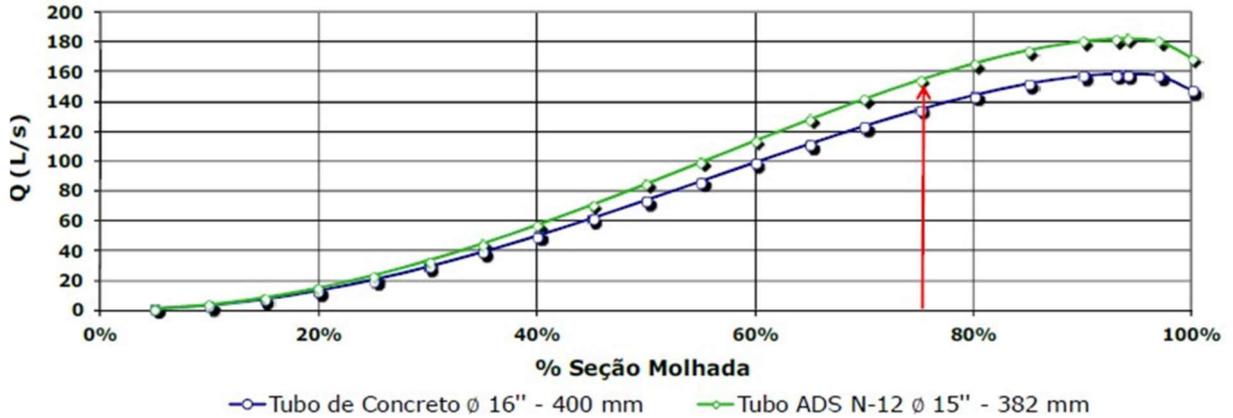
Quadro 3 - Quadro de vazão de mudança de diâmetro dentro do sistema

GALERIAS DE DRENAGEM					
Trecho	Área (m ²)	Área (km ²)	Vazão (m ³ /s)	Diâmetro (cm)	i (%)
BLS_03-BLS_07	3860	0,00386	0,1145455	37,5	1,0
BLS_07-BLS_10	9763	0,009763	0,28971703	37,5	4,0
BLS_13-BLS_20	3717	0,003717	0,11030198	37,5	0,5
BLS_35-BLS_20	9705	0,009705	0,28799588	37,5	1,0
BLS_52-BLS_21	5834	0,005834	0,17312395	37,5	1,0
BLS_117-BLS_23	4753	0,004753	0,14104528	37,5	1,0
BLS_120-BLS_25	4239	0,004239	0,12579233	37,5	1,0
BLS_122-BLS_27	6521	0,006521	0,19351068	37,5	1,0
BLS_92-BLS_31	5231	0,005231	0,15522993	37,5	1,0
BLS_45-BLS_82	4215	0,004215	0,12508013	37,5	1,0
BLS_82-BLS_129	7896	0,007896	0,2343138	45	2,0
BLS_129-BLS_34	6583	0,006583	0,19535053	75	1,0
BLS_34-SAÍDA	89521	0,089521	2,65653568	90	1,2

Fonte: Empresa X, (2022).

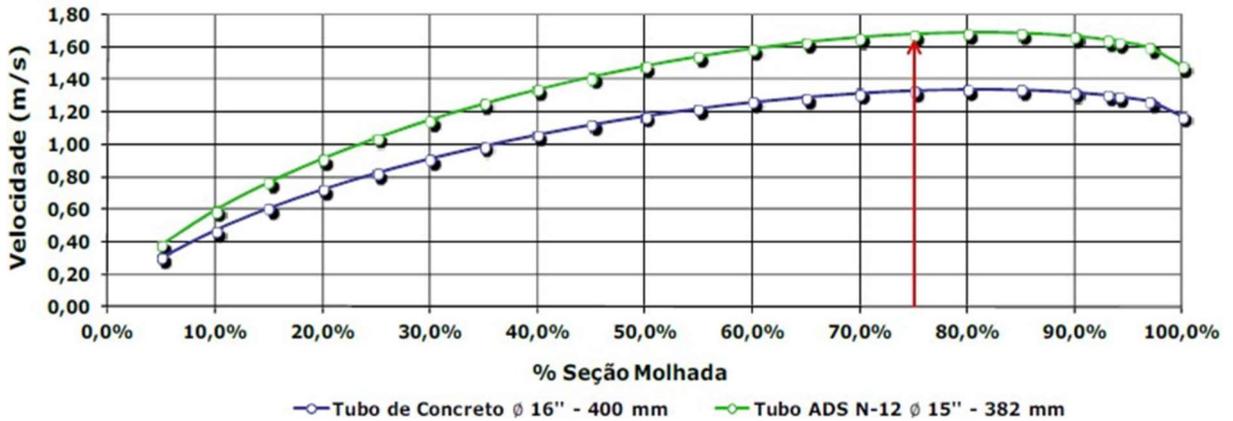
Em relação ao diâmetro mínimo dos tubos em PEAD, foi analisado o comparativo realizado pela Tigre-ADS entre tubos de PEAD de 375 mm e tubos de concreto de 400 mm, onde foi verificado que a vazão do tudo de concreto é menor que o tubo em PEAD, devido ao fato do PEAD ter as paredes internas mais lisas diminuindo assim o atrito da água onde acaba facilitando seu escoamento. Devido isso, o motivo de utilizar o coeficiente de rugosidade de Manning menor.

Figura 16 - Vazão Q (Equivalência de diâmetro)



Fonte: Tigre-ADS, (2022).

Figura 17 - Velocidade do fluido (Equivalência de diâmetro)



Fonte: Tigre-ADS, (2022).

4.3 QUANTIDADE DOS SERVIÇOS

4.3.1 Escavação

O quadro 4 abaixo apresenta os volumes levantados de escavação para tubos de concreto e PEAD. Verifica-se que o volume de escavação para tubos de concreto ficou 45% maior que para tubos de PEAD.

Quadro 4 - Resumo volume de escavação

TUBO	VOLUME (m³)
Concreto	2478,3
PEAD	1115,23

Fonte: Empresa X, (2022).

4.3.2 Assentamento

Considera-se o comprimento efetivo do tubo instalado dentro das valas.

O quadro 5 apresenta os comprimentos para cada diâmetro de tubulação, conforme dimensionamentos já apresentados.

Quadro 5 - Comprimento de rede

Concreto		PEAD	
Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)
400	2.064,00	375	2.064,00
500	223,00	450	223,00
600	342,00	600	342,00
800	200,00	750	200,00
1000	8,00	900	8,00
Total	2.837,00	Total	2.837,00

Fonte: Empresa X, (2022).

4.3.3 Lastro de brita

No Quadro 6 detalha o volume de lastro de brita encontrado conforme cálculo;

Quadro 6 - Resumo volume lastro de brita

Tubo	Volume (m ³)
Concreto	131,03
PEAD	127,08

Fonte: Empresa X, (2022).

Como demonstrado no quadro 6, o volume de lastro ficou praticamente o mesmo para o concreto e PEAD, com diferença de 3,00% a maior para o concreto.

4.3.4 Bota-Fora

O quadro 7 abaixo apresenta o volume de bota-fora para tubos de concreto e PEAD. Pode-se verificar que o volume de bota-fora ficou 13,13% maior para a solução em concreto.

Quadro 7 - Resumo volume bota fora

Tubo	Volume (m³)
Concreto	743,49
PEAD	654,27

Fonte: Empresa X, (2022).

4.3.5 Reaterro das Valas

No quadro 8 abaixo se observa que o volume de reaterro para tubos em concreto foi 69,93% maior do que para tubos em PEAD.

Quadro 8 - Resumo volume reaterro

Tubo	Volume (m³)
Concreto	1.734,80
PEAD	1.214,36

Fonte: Empresa X, (2022).

4.4 TUBOS DE CONCRETO

Com relação os tubos de concreto podem-se verificar que, por ter uma fabricação relativamente simples, sem necessitar de maiores tecnologias ou uso de produtos mais complexos, ele é amplamente produzido por diversas empresas em todo país. Devido a isso ele é encontrado com grande facilidade no mercado, ou seja, mesmo em cidades do interior onde estão localizados distantes de grandes centros urbanos, esse produto ainda assim é encontrado com certa facilidade, e com um custo relativamente baixo. Em razão disso, ele é amplamente utilizado em sistemas de saneamento básico.

Outro grande fator associado a isso, é que se encontra uma grande quantidade de profissionais habilitados a trabalhar com execução dos sistemas utilizando o TUDO de Concreto.

4.5 TUBOS DE PEAD

Para os Tubos de PEAD podem-se verificar que, devido a sua produção ser mais especializada e necessitando de equipamentos e conhecimento mais específico dessa tecnologia, não existe também empresas que produzem esse tubo, se comparado ao TUDO de Concreto. Por outro lado, é um produto extremamente leve, o que torna a execução com maior produtividade.

Por ter um coeficiente de rugosidade menor, pode ser adotado uma declividade menor, diminuindo assim, escavações e movimentação de terra, diminuindo assim custo com uso de maquinários pesados.

4.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS

4.6.1 Tudo de Concreto

Vantagens:

- Tem capacidade própria de resistir aos esforços solicitantes decorrentes de cargas que atuam sobre o sistema.
- Possui elevada resistência mecânica.
- Podem ser expostos ao sol sem perder qualquer propriedade mecânica
- Encontrado com grande facilidade no mercado.
- Custo relativamente baixo.

Desvantagens:

- Peso elevado por peça, deixando assim a produtividade na instalação baixa.
- Ainda devido o peso, torna tanto o transporte como a execução das redes perigosa aos operadores.
- Baixa resistência a compressão, não resistindo assim a qualquer batida mais contundente.

4.6.2 Tudo PEAD

Vantagens:

- Alta produtividade em execução de sistemas de saneamento.
- Coeficiente de rugosidade menor, necessitando de menor declividade.
- Execução podendo ser realizada sem maquinário pesado.
- Alta Resistencia Química.
- Resistente a impactos e abrasão.
- Manutenção quase nula.

Desvantagens:

- Custo Elevado
- Na montagem, requer atenção especial nas juntas de ligação para evitar danificar o bocal.

5 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Finalizado os estudos comparativos entre os tubos de concreto e PEAD, emergiu se alguns questionamentos acerca do tema, podendo tornar-se futuras pesquisas a serem realizadas, expondo algumas destas:

- Análise de Juntas em Tubos de PEAD
- Vida Útil e Resistencia Mecânica em redes de Drenagem Pluvial executadas com Tubos de PEAD

6 CONCLUSÃO

Este trabalho de conclusão de curso mostrou uma técnica de tubulação para drenagem pluvial que vem ganhando destaque no mercado brasileiro, pelas suas vantagens aplicabilidade, na qual é o tubo de PEAD, sendo comparado com a técnica já existente especialmente, o tubo de concreto. Apresentando a situação da drenagem pluvial, assim a evolução histórica, alguns elementos e dimensionamento de uma rede de drenagem urbana. Posteriormente, mostrando as características dos tubos de concreto e PEAD, fatores de comparação, processo de instalação.

Analisando os comparativos realizados, a substituição do tubo convencional de concreto para tubos PEAD é extremamente viável se levado em consideração uma série de vantagens, como leveza, rapidez de instalação, mobilidade e durabilidade. Se for observada apenas a questão do custo, a troca ainda não é vantajosa, pois o custo do tubo PEAD ainda é muito elevado, o que se justifica pelo fato deste tubo ser fabricado com alto controle de qualidade, fazendo-se necessário a utilização de maquinário de ponta na sua produção.

Por sua vez, o tubo de concreto, ainda é utilizado pela maioria das empresas, pois é uma solução existente há muitos anos e que funciona muito bem quando feita a instalação de forma correta e com tubos de qualidade. Também, os tubos de concreto são fáceis de comprar, pois existem várias fábricas e seu custo é bem inferior do que o tubo em PEAD.

Já existente a alguns anos no mercado, o tubo PEAD oferece o desenvolvimento e dinamismo que as obras atualmente exigem, contatando-se como uma técnica muito atraente, com vida útil mais elevada do que o tubo de concreto, movendo a acreditar que este sistema precisa de menos reparos.

Anteriormente mencionados todos os fatores de qualidade, segurança, resistência e durabilidade, esta técnica apresenta-se como vantajosa. Assim, espera-se que o custo para o fornecimento de tubulações em PEAD torne-se mais acessível e possa ter sua utilização em maior escala.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15645**: Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12266**: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8890**: Tubo de Concreto de Seção Circular para Águas Pluviais e Esgotos Sanitários – Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TUBOS DE CONCRETO. **Avaliação Comparativa de Desempenho entre Tubos Rígidos e Flexíveis para Utilização em Obras de Drenagem de Águas Pluviais**. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.abtc.com.br/site/download/avaliacao_obras_drenagem.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TUBOS DE CONCRETO. **Tubos e aduelas de concreto**. Disponível em: <http://www.abtc.com.br/site/tubos_aduelas.php>. Acesso em: 18 maio. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TUBOS DE CONCRETO. **Manual Técnico de Drenagem e Esgoto Sanitário – Tubos e Aduelas de Concreto – Projetos, especificações e controle de qualidade**. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.abtc.com.br/site/download_livro.php>. Acesso em: 18 maio. 2022.
- AZEVEDO NETTO, J. M. ARAÚJO, R. **Manual de Hidráulica**, Ed, Edgard Blucher Ltda, 8ª Ed, São Paulo, 1998. 670p.
- ANDRADE, Leila; ABREU, Tatiane Aparecida. **Análise Comparativa entre Tubos de Concreto e Tubos Pead para Drenagem Pluvial**. 2017. 72 f. Trabalho de Conclusão de Cursos - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017. Acesso em: 30 de maio 2022.
- BAVARESCO, Carlos. **Saneamento Básico**. Florianópolis, 2016. Apostila da disciplina de Saneamento do curso de Engenharia Civil da Unisul.
- CARDOSO NETO, A. **Sistemas urbanos de drenagem**. São Paulo: s.d., Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Antonio%20Cardoso%20Neto/Introducao_a_drenagem_urbana.pdf> . Acesso em: 30 maio. 2022.
- CHAMA NETO, Pedro Jorge. **Execução de Obras**. In: Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto. (Org.). **Manual Técnico de Drenagem e Esgoto Sanitário**. 1ª ed. São Paulo: Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto, 2008.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência.** Belém: Cprm, 2013.

Disponível em:

<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/17517/idf_palhoca_sc_susct.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 ago. 2018.

KNTS DRAIN. **Manual Técnico: Tubo Pead Corrugado com Paredes Estruturadas.** Disponível

em:<<http://www.kanaflex.com.br/documentos/MANUAL%20KNTS%20DRAIN.pdf>>. Acesso em 30 de maio. 2022.

MARCONDES, Ricardo A. C. **Estudo do uso das Tubulações de Pead em Sistemas de Distribuição de Água no Brasil.** 2016. 105 f. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

PEREIRA, Josiclaudia Gomes. **Análise Comparativa da Viabilidade Técnica, Econômica e Financeira utilizando Manilhas de Concreto e Tubo Corrugado Pead para Drenagem Urbana.** 2019. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2019.

POLETO, Cristiano. SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems): Uma Contextualização Histórica. **Revista Thema;** Pelotas, v. 8, n. 1, 2011. Disponível

em:<<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/38/38>>. Acesso em: 09 mai.2022.

SILVEIRA, André L. L. **Drenagem Urbana: aspectos de gestão.**1. Ed. Apostila do Curso preparado por: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CNPq).2002.

TIGRE-ADS. **Catálogo de Tubulações Corrugadas: Soluções em Tubulações Corrugadas de PEAD.** Disponível em:<http://www.tigre-ads.com/Content/uploads/arquivos/CATALOGO-GERAL-TIGRE-ADS-2016_56c977fdeb93-4cf5-8a68-b1b067a3fda7.pdf>. Acesso em: 30 maio. 2022.

TIGRE-ADS. **Manual de Bolso para instalação de Tubulações Corrugadas TIGRE-ADS.** Disponível em: < http://www.tigre-ads.com/Content/uploads/arquivos/MANUAL-DE-INSTALACAO-_2c289565-370c-47c2-8b6c-5d67edc512b0.pdf>. Acesso em: 30 maio. 2022.

TIGRE-ADS. **Profundidade Mínima para Tubos Corrugados DrenPro Infra.** 2015. Disponível em: <http://www.tigre-ads.com/Content/uploads/arquivos/2.01-Recobrimento-Minimo-e-Maximo-para-tubos-DrenPro-Infra_8e78a6b2-00de-4697-8934-54e9ba1a609e.pdf>. Acesso em: 30 maio de 2022.

TUCCI, C. E. M e outros. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2001.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill, 1975.