

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

TOMÁS SILVESTRINI MAROTTA

**DRENAGEM PLUVIAL – TUBOS DE PEAD *VERSUS* TUBOS DE
CONCRETO.**

**Ilha Solteira
2022**

TOMÁS SILVESTRINI MAROTTA

**DRENAGEM PLUVIAL – TUBOS DE PEAD *VERSUS* TUBOS DE
CONCRETO.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira – UNESP
como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Adriano Souza
Orientador

Ilha Solteira
2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M355d **Marotta, Tomás Silvestrini.**
Drenagem pluvial: tubos de PEAD versus tubos de concreto / Tomás Silvestrini Marotta. – Ilha Solteira: [s.n.], 2022
33 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Adriano Souza
Inclui bibliografia

1. Drenagem pluvial. 2. Tubo PEAD. 3. Tudo de concreto.


Rosane da Silva Santos
Supervisor Técnico de Biblioteca e Documentação
Instituto Tecnológico de Ilha Solteira (ITIS) - Universidade Estadual Paulista
Fazenda Santa Rita do Itaipava, s/n - Ilha Solteira, SP - 13.506-900
CEP: 13.506-900

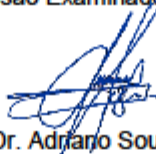
Tomás Silvestrini Marotta

DRENAGEM PLUVIAL – TUBOS DE PEAD *VERSUS* TUBOS DE CONCRETO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto
ao Curso de Graduação em Engenharia
Civil, da Faculdade de Engenharia da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Câmpus de Ilha Solteira.

Aprovado em 25/07/2022

Comissão Examinadora



Prof. Dr. Adriano Souza

UNESP/FE - Câmpus de Ilha Solteira (Orientador)



Prof.ª Dr.ª Claudia Scoton Antonio Marques

UNESP/FE - Câmpus de Ilha Solteira



Prof. Dr. Artur Pantoja Marques

UNESP/FE - Câmpus de Ilha Solteira

Ilha Solteira, 26 de julho de 2022

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, energia maior que rege o universo e nos mostra o caminho da luz.

Aos meus pais, tanto minha mãe Daniela como meu pai Waldomiro, os quais sempre me apoiaram e me incentivaram nesta jornada acadêmica.

A minha irmã Bárbara que sempre esteve presente me auxiliando em minhas decisões.

Aos meus amigos de graduação que conheci e dividimos momentos incríveis em Ilha Solteira durante esses 5 anos de curso.

Aos meus amigos da República CincoBola que se tornaram uma família para mim.

Aos meus colegas de trabalho que sempre me incentivaram e me auxiliaram na busca do conhecimento.

Ao professor Adriano Souza, por ter aceitado me orientar neste trabalho e me auxiliar de forma fantástica.

À FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA, á qual me possibilitou adquirir tanto conhecimento e viver os melhores anos de minha vida.

A todos, meu muito obrigado.

RESUMO

Uma das etapas principais do ciclo hidrológico é a infiltração, uma vez que a água precipitada se infiltra no solo, armazenando-se nos lençóis freáticos. Desse modo, o volume que não se infiltra é escoado naturalmente pela superfície até encontrar seu destino natural em cursos d'água. Nesse sentido, em um ambiente modificado pelo homem, onde o solo não apresenta capacidade de infiltração, é necessário criar-se mecanismos de manejo e gerenciamento das águas da chuva, chamada de Drenagem Pluvial. Neste âmbito, para realizar este transporte, a metodologia de execução mais tradicional no mercado nacional é a utilização de tubos de concreto, porém atualmente a utilização de tubos de Polietileno de Alta Densidade nesses processos vem tomando espaço no país. Por meio de análises este estudo comparou os dois diferentes métodos de execução, utilizando um estudo de caso de uma obra de drenagem pluvial executada no município de Cuiabá – MT. Conclui-se que a utilização de tubos de Polietileno de Alta Densidade apresenta maior viabilidade, tanto econômica como construtiva ante a utilização de tubos de concreto.

Palavras-chave: Drenagem Pluvial, Tubo de PEAD, Tubo de Concreto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Enchente na cidade de São Paulo	3
Figura 2 – Tendência da ocupação e impacto.....	8
Figura 3 – Tudo de concreto em rede de drenagem pluvial	10
Figura 4 – Armazenamento de tubos PEAD.....	11
Figura 5 – Resistência a Abrasão.....	13
Figura 6 – Localização da área via Google Earth.....	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Orçamento dos tubos de concreto	21
Tabela 2 – Orçamento dos tubos de PEAD	21
Tabela 3 – Valores de mão de obra para instalação de tubos de concreto	22
Tabela 4 – Valores de mão de obra para instalação de tubos de PEAD	22
Tabela 5 – Resumo dos custos de escavação.....	23
Tabela 6 – Resumo dos custos de reaterro	23
Tabela 7 – Resumo dos custos da camada de brita (concreto) e areia (PEAD).....	24
Tabela 8 – Custo total de implantação – Tubos de concreto	24
Tabela 9 – Custo total de implantação – Tubos de PEAD.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

ABTC – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

PE – Polietileno

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1.	Drenagem Pluvial	2
2.1.1.	Microdrenagem	4
2.1.2.	Macro drenagem	6
2.2.	Tubos de Concreto.....	8
2.3.	Tubos PEAD	10
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1.	Estudo de Caso	15
3.1.1.	Apresentação	15
3.1.2.	Dados de Projeto.....	16
3.1.2.1.	Planilhas de Cálculo	17
3.1.2.2.	Tempo de Recorrência.....	17
3.1.2.3.	Tempo de Concentração das chuvas	17
3.1.2.4.	Índice Pluviométrico	18
3.1.2.5.	Diâmetros e extensões finais	18
3.2.	Análise comparativa dos custos.....	19
3.2.1.	Material	19
3.2.2.	Mão de obra.....	20
3.2.3.	Escavação	20
3.2.4.	Reaterro	20
3.2.5.	Berço ou lastro de fundo.....	20
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1.	Análise comparativa econômica.....	21
4.1.1.	Material	21
4.1.2.	Mão de obra.....	22
4.1.3.	Escavação	23
4.1.4.	Reaterro	24
4.1.5.	Berço ou Lastro de fundo.....	24
4.1.6.	Custo Total	24
4.2.	Análise Comparativa de Execução	26
5.	CONCLUSÕES.....	26
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

É muito comum, nas cidades brasileiras, a infraestrutura pública em relação a drenagem apresentar-se como insuficiente

Braga et al. (2005) comenta que a maioria dos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, experimentou nas últimas décadas uma expansão urbana com precária infraestrutura de drenagem, advindo os problemas de inundação principalmente da rápida expansão da população urbana, do baixo nível de conscientização do problema, da inexistência de planos de longo prazo, da utilização precária de medidas não estruturais e da manutenção inadequada dos sistemas de controles de cheias.

O sistema de drenagem é um elemento fundamental no processo de urbanização, entretanto, por vezes é comprovada a sua ineficiência imediatamente após as precipitações significativas, trazendo transtornos à população. A drenagem urbana está ligada diretamente a questões sanitárias, visando principalmente desobstruir cursos d'água, canalizar e drenar as precipitações, evitando as enchentes, a propagação de doenças e evitando danos materiais às famílias locais.

Um dos principais elementos de um sistema de drenagem são as canalizações utilizadas para se fazer a coleta e transporte das águas coletadas. É importante que se utilize canalizações adequadas, dentro das normas, que ajudem a tornar o sistema mais eficiente.

Atualmente, no Brasil, para a execução das redes de drenagem pluvial são utilizados com mais frequência os tubos de concreto, por serem de fácil obtenção, possuírem variados diâmetros, durabilidade, resistência mecânica e preço acessível. Porém, há alguns anos, várias técnicas inovadoras têm sido utilizadas e os tubos de polietileno de alta densidade (PEAD) vêm sendo apresentados como uma opção em substituição aos tubos de concreto.

O tubo de concreto é utilizado há muitos anos, tendo uma tradição e confiança no seu uso para o escoamento de águas pluviais. É de fácil obtenção, visto que o mercado tem grande disponibilidade e seu preço é acessível,

mostrando-se assim mais vantajoso aos olhos da maioria dos construtores e engenheiros.

O tubo de PEAD vem sendo apresentado como uma nova técnica para facilitar o processo de execução de obras de escoamento de águas e por consequência diminuir prazos e custos.

Hoje, na construção civil e obras de infraestrutura, é crescente a substituição de tubulações de aço e concreto por polietileno, por conta de suas boas propriedades mecânicas e químicas, além de serem de fácil manuseio e instalação, mais leves e flexíveis que os tubos comuns de concreto e possuírem longa vida útil. (CORSINI, 2011).

Atualmente, 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.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Drenagem Pluvial

O crescimento urbano das cidades brasileiras tem provocado impactos significativos no uso e ocupação do solo. Estes impactos vêm deteriorando a qualidade de vida da população, devido ao aumento da frequência e do nível das inundações, prejudicando a qualidade da água, e aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial (MENEGON, SOUZA, RODRIGUES e HELTON, 2018).

A drenagem pluvial é conceituada como um sistema de manejo e gerenciamento das águas da chuva, sendo composta pela microdrenagem e pela macrodrenagem.

Fragoso (2016) comenta que o Brasil é um país onde existem vários problemas urbanos provocados pelo sistema de drenagem ineficiente, especialmente quando se refere aos meses mais chuvosos. Estes problemas não são exclusivos das áreas periféricas da cidade, porém estes bairros, na maioria das vezes, são os que mais sofrem com tais problemas, justamente por

serem menos saneados e não disporem de estruturas de micro e macrodrenagem urbana condizentes com as necessidades locais.

Estes problemas são desencadeados principalmente pela forma como as cidades se desenvolvem: falta de planejamento, controle do uso do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem inadequados (Manual de Drenagem Urbana, 2005).

A Figura 1 evidencia um problema da cidade de São Paulo em sua drenagem pluvial.

Figura 1: Enchente na cidade de São Paulo



Fonte: Jung (2009).

Assim a finalidade dos projetos de Drenagem Pluvial é apresentar soluções de viabilidade técnica para problemas decorrentes das águas de chuvas de forma a evitar que volumes excessivos se escoem pelas vias ocasionando alagamentos no local, afetam residências, pedestres, prejudicam o trânsito, podem causar erosão, acúmulo de lixo gerando fontes de doenças infecto contagiosas.

A urbanização caótica e o uso inadequado do solo provocam a redução da capacidade de armazenamento natural dos deflúvios e estes, por sua vez,

demandarão outros locais para ocupar. Historicamente, os engenheiros responsáveis pela drenagem urbana tentaram solucionar o problema da perda do armazenamento natural, provocando o aumento da velocidade dos escoamentos com obras de canalização (CANHOLI, 2018)

Os projetos de drenagem urbana têm como objetivo escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante (TASCA, POMPEO, FINOTTI, 2018).

Segundo a Lei nº 11.445/2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, em seu Art. 2º; inciso IV está preconizado

“disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado” (BRASIL, 2007).

É importante destacar que a drenagem urbana é formada por um conjunto de sistemas como: sarjetas, bocas-de-lobo, condutos de ligação, poços de visitas, etc. (DINIZ et al., 2016). Para uma boa eficiência do sistema de drenagem, além de boa organização estrutural urbana composta por estes dispositivos, é importante atentar-se para a concepção do projeto e para sua execução, uma vez que assim, a obra de drenagem irá atender às necessidades do local com qualidade, menos onerosidade e maior segurança (PAULA et al., 2017).

2.1.1. Microdrenagem

Nas últimas décadas têm se observado um aumento populacional no Brasil, concentrando-se, especialmente, nos grandes centros urbanos, o que acaba formando as regiões metropolitanas, e provocando, na maioria das vezes, um crescimento desordenado e irregular, levando a uma série de problemas hidrológicos, e que tem provocado inúmeras inundações urbanas devido as alterações que ocorrem no escoamento natural das bacias hidrográficas. Assim, é importante e imprescindível que os centros urbanos possuam um planejamento que inclua o correto manejo das águas pluviais tendo a micro e a

macrodrenagem como ferramentas do controle da drenagem urbana sustentável (NASCIMENTO et al., 2018).

A microdrenagem é um sistema que é projetado para atender a drenagem de precipitações que possuem risco moderado e é conceituada como sistema de condutos pluviais ou canais em nível de loteamento ou de rede primária urbana. Ela aumenta a vazão e esgota todo o volume de águas para a jusante. É um tipo de drenagem necessária em áreas urbanas, uma vez que cria condições mínimas de circulação de veículos e pedestres na ocasião de ocorrência de chuvas (MEDAU, 2018).

Em um sistema de microdrenagem, os principais elementos são: sarjetas, meios-fios, bocas de lobo, poços de visita, condutos forçados, galerias, estação de bombeamento e os sarjetões (BEZERRA et al., 2016). É um sistema de drenagem que coleta e conduz a água escoada para a macrodrenagem e são, normalmente, avistados em sarjetas e meio fios que dirigem a água para as canalizações coletoras, que geralmente são subterrâneas. Essas canalizações coletoras transportam a água à estação de tratamento (MARQUES, 2019).

Em uma pesquisa desenvolvida por Fragoso et al. (2016) com o objetivo de realizar um breve estudo das condições do sistema de drenagem urbana na cidade de Belém, Pará, os autores constataram que a falta de manutenção dos componentes que integram o sistema de microdrenagem, com as bocas de lobo e sarjetas deterioradas ocasionam alagamentos e transtornos para os pedestres. Nesta pesquisa os autores constataram que todas as bocas de lobo estavam obstruídas com resíduos sólidos, além de terem verificado que existiam desníveis nas calçadas de algumas avenidas, impedindo o escoamento da água para a sarjeta, ocasionando pontos de alagamento. Assim, os autores concluíram que é necessário planejar as medidas no sistema de drenagem juntamente com demais setores do saneamento, como o de gestão dos resíduos sólidos, abastecimento de água e sistema de esgotamento sanitário.

Em outra pesquisa realizada por Satiro et al. (2019) na cidade de Cajazeiras/PB, para verificar a situação do sistema de drenagem de águas pluviais da cidade. Na pesquisa os autores verificaram que existem diversos

locais na cidade que o sistema de drenagem é afetado devido à presença de resíduos sólidos e de esgotos doméstico lançados em canais de escoamento, o que tem provocado entupimento de bocas de lobo, galerias e poluição difusa causando alagamentos e doenças. Ao final os autores ressaltaram que é importante que se implante um sistema completo de drenagem, o que irá proporcionar menos impactos ao meio ambiente e à população, além de reduzir os gastos do poder público com reconstruções de pavimentos.

Daltoé et al. (2016) analisaram a rede de microdrenagem do município de Pelotas/RS e constataram uma frequência de 100% de plásticos, madeira e material orgânico em onze pontos distintos da rede. Que tem provocado alagamentos, em dias de chuvas, tornando a trafegabilidade prejudicada nas vias públicas. Desta maneira os autores ressaltaram a importância da implantação de um sistema de controle de pontos de alagamentos como maneira de diminuir os impactos provocados pela falta de drenagem e manejo das águas pluviais. Os autores deram como exemplo a realização da limpeza dos microdrenos.

Assim, é importante destacar que a drenagem das águas pluviais é um fator primordial para o meio urbano, uma vez que, quando se utiliza de sistemas de drenagem devidamente dimensionados e executados, consegue-se diminuir riscos de perdas materiais provenientes de inundações, auxilia a gestão pública no saneamento ambiental e contribui para a saúde pública e para a qualidade de vida das pessoas (PINTO et al., 2017).

2.1.2. Macrodrenagem

A macrodrenagem é conceituada como um sistema que coleta águas de chuvas nas áreas urbanas por meio de galerias pluviais que formam grandes troncos coletores. Ela é constituída por estruturas, como galerias e estruturas de dispersão de energia, como: rampas dentadas, vertedores, blocos de impacto e degraus. Este tipo de drenagem tem como objetivo controlar a erosão urbana direcionando adequadamente as águas pluviais até o curso d'água receptor. É importante destacar que a macrodrenagem deve sempre considerar as transformações no uso e ocupação do solo (OTTONI et al., 2018).

Ao se projetar um sistema de macrodrenagem urbana, deve-se pensar em adotar canais abertos, uma vez que estes são vistos como solução por apresentar vantagens como: facilidade de limpeza e manutenção, versatilidade como a adoção de seções mistas, economia nos investimentos e maior facilidade para ampliações, caso sejam necessárias.

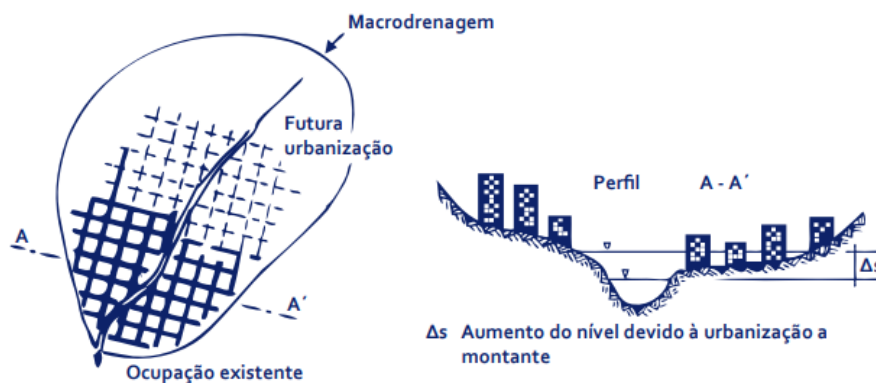
Outro ponto a ser considerado diz respeito ao dimensionamento deste tipo de sistema, uma vez que o mesmo deve ser construído para atender a um período de retorno entre 25 a 100 anos, uma vez que os dispositivos devem ser dimensionados para suportar grandes picos de vazão (FARIAS, 2017).

Andrade et al. (2017) realizaram uma pesquisa com o objetivo de diagnosticar o sistema de drenagem urbana e saneamento básico da área no entorno do Igarapé do Tucunduba pertencente a bacia do Tucunduba na cidade de Belém/PA. Nesta pesquisa os autores constataram que existe um grande despejo de resíduos sólidos e esgoto doméstico no canal, o que aumentado a impermeabilização do solo e o escoamento superficial da água, o que está provocando inundações urbanas e assoreamento do canal. A bacia do Igarapé do Tucunduba possui um projeto de macrodrenagem que foi desenvolvido para garantir qualidade de vida aos moradores da área, porém devido à urbanização acelerada o canal está sendo assoreado, diminuindo a profundidade do mesmo e aumentando os riscos de inundações. Os autores destacaram, ainda, que o assoreamento é resultado, também, da retirada da mata ciliar e do processo erosivo da área.

Na pesquisa desenvolvida por Fragoso et al. (2016) realizada em Belém/Pará, os autores constataram que em muitos canais de macrodrenagem dos bairros pesquisados existia um processo de eutrofização das águas, provocado pelo excesso de lançamentos irregulares de esgotos sanitários domésticos. Por este motivo, em épocas de chuva, o trânsito de pedestres no local se torna quase impossível devido as inundações provocadas pelo transbordo do canal, além de provocar consequências como a transmissão de doenças causadas pelo contato com a água poluída. Os autores ressaltaram, ainda, que a causa dos alagamentos também está associada à ocupação

irregular ao longo do canal, que acabou diminuindo a área de infiltração. A figura 2 representa a tendência de ocupação e seu impacto.

Figura 2: Tendência da ocupação e impacto



Fonte: Tucci (2007)

2.2. Tubos de Concreto

Os tubos de concreto armado, ou manilhas de concreto, aduelas ou tubos de galerias, são artefatos de concreto, podendo ser armados ou não, utilizados para a captação, manejo e transporte de águas pluviais. Podem ser utilizados tanto para drenagem pluvial urbana, como para redes de esgoto, galerias e canalizações de córregos.

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto (ABTC), os tubos de concreto são produzidos sem armadura ou armados, e se apresentam como um produto de qualidade consolidada com relação à sua durabilidade, resistência mecânica, facilidade de execução, manutenção e disponibilidade de fornecimento dentro das exigências de mercado. Verifica-se que, desde a antiguidade, o concreto foi o primeiro substituto natural da pedra e que, muitas obras executadas no início do século passado encontram-se em operação até hoje, com desempenho adequado (ABTC, 2018).

A ABNT NBR 8890 (ABNT, 2007) é a norma utilizada para a verificação da qualidade dos tubos de concreto, ela estabelece os requisitos para fabricação de tubos de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários.

Para fabricação de tubos de concreto destinados a drenagem pluvial é necessárias informações pontuais como a vazão, o raio hidráulico, o tipo de assentamento, o tipo do fluido que vai ser escoado, as cargas atuantes etc.

Os tubos de concreto podem ter encaixe do tipo macho-fêmea ou ponta-bolsa, sendo que o tipo de encaixe influencia na estanqueidade do sistema e define a junta que será empregada nas peças, que pode ser do tipo rígida, com argamassa estrutural, ou elástica, com anéis ou fitas elastoméricas (ABTC, 2018).

Uma característica que deve ser levada em consideração dos tubos de concreto utilizados nos sistemas de drenagem pluvial no Brasil é o comprimento, uma vez que, na grande maioria do país, as manilhas possuem comprimento de 1,5m ou 1,0m.

Alguns cuidados devem ser tomados referentes aos tubos de concreto, como seu planejamento de instalação e manutenção; transporte; armazenamento e cuidados com o manuseio.

A figura 3 a seguir ilustra uma seção de drenagem utilizando tubo de concreto.

Figura 3: TUDO de concreto em rede de drenagem pluvial



Fonte: Autoria própria, 2022.

2.3. Tubos PEAD

O Polietileno (PE) é um plástico obtido pela união de inúmeras moléculas de etileno (monômeros), através da reação de polimerização, gerando uma grande macromolécula, a qual, por sua vez, confere a este material as características próprias de um polímero. Polímeros que são constituídos unicamente de carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos) são classificados como poliolefinas. O PE é a poliolefina que possui a mais simples estrutura molecular e é o plástico mais utilizado atualmente no mundo (Kanaflex, 2016).

Podem-se destacar as vantagens do PE, sendo elas sua leveza; alta resistência química, excelente elasticidade; alta resistência a abrasão e alta resistência o impacto.

O PE utilizado para a fabricação dos tubos que são utilizados nos sistemas de drenagem pluvial é o Polietileno de Alta Densidade (PEAD).

O PEAD possui excelente resistência à abrasão quando comparado com outros materiais utilizados na fabricação de tubos para aplicações em infraestrutura. Para avaliar essa propriedade foi desenvolvido um método de ensaio, que ficou conhecido como Teste de Abrasão de Darmstadt, padronizado na norma DIN 19534 (Kanaflex, 2016).

Os tubos em PEAD podem ter seu exterior liso ou corrugado, sendo que a resistência mecânica é majorada pelo exterior corrugado, pois há aumento na força estrutural do tubo. Como a capacidade de condução de vazão de uma tubulação é inversamente proporcional à sua rugosidade interna, o baixo índice de rugosidade do interior dos tubos em PEAD ajuda sua eficiência hidráulica em conduzir os fluidos. Essa capacidade representa a fricção, em oposição, da superfície interna do tubo ao fluxo do líquido (METÁLICA, 2018).

A figura 4 a seguir ilustra o armazenamento de tubos de PEAD

Figura 4: Armazenamento de tubos PEAD



Fonte: Autoria própria, 2022.

Os diâmetros dos tubos corrugados, segundo a norma 21138-3, podem seguir padrões para DN/DE e DN/DI, sendo na série DN/DE o diâmetro nominal é o diâmetro externo dos tubos. Os tubos da série DN/DI apresentam o diâmetro nominal o diâmetro interno do tubo, na NTS 198, NTC 011 e exigências Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), os tubos só podem ser fabricados de acordo com a série DN/DE. Essa escolha pela série DN/DE foi devido ao intercâmbio dos materiais, sendo que apenas tubos DN/DE são compatíveis entre marcas DN/DE ou tubulações de linha PVC.

A importância de se utilizar um tubo intercambiável é devido as futuras manutenções ou até mesmo compras fracionadas ou por licitações, onde não sabemos o ganhador, pois qualquer fabricante que siga os padrões da série DN/DE o encaixe pode ser realizado através de uma luva, sendo que para fabricantes da série DN/DI os compradores acabam ficando sem opções de outras fabricantes, devido os tubos DN/DI serem compatíveis apenas com o próprio fabricante, não sendo compatível com outros fabricantes. Devido a isso e problemas com manutenções e licitações para materiais em estoque, as Cia de Água e Esgoto adotaram em suas exigências apenas tubos da série DN/DE. (NAKAMURA, 2019).

Com bolsa integrada em todos os diâmetros, o sistema de ligação das tubulações é através de encaixe Ponta-Bolsa e Anel de Vedação, o fornecimento do Anel de Vedação já está incluso nos tubos, sendo alocado na ponta do tubo, garantindo maior segurança na instalação evitando a movimentação no momento de encaixe. O diâmetro externo da tubulação é o mesmo ao longo do comprimento do tubo, sendo possível o corte de barras menores e instaladas sem problemas. Sempre que for necessário, o anel deve ser alocado no primeiro vão entre as duas primeiras corrugas da ponta do tubo.

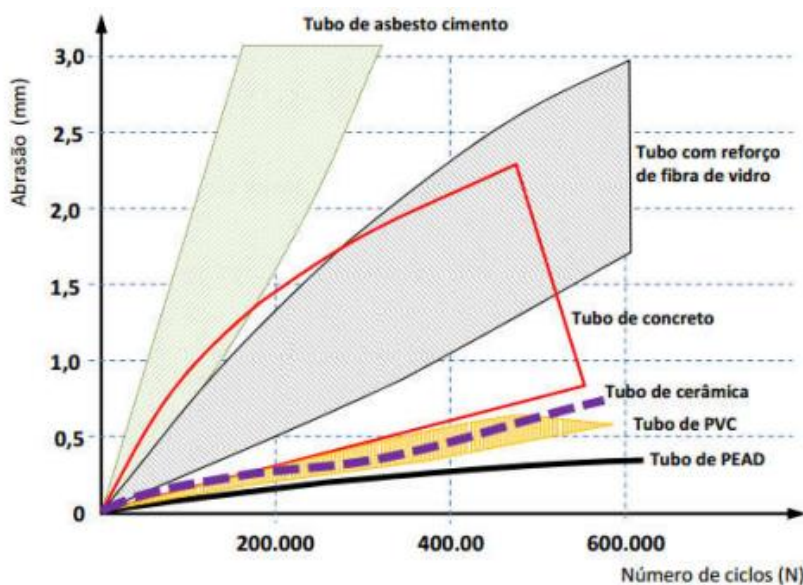
A parede interna lisa da tubulação garante melhor desempenho hidráulico, sendo considerado uma rugosidade inferior com Coeficiente de MANNING adotado no valor de “ $n=0,010$ ”, inferior ao apresentado pela tubulação de concreto, dessa forma além de um escoamento mais eficiente, em casos de estudo de projeto, as declividades de terreno podem ser redimensionadas e os diâmetros podem ser reduzidos. (NAKAMURA, 2019).

O PEAD é um material que apresenta uma maior resistência quando comparado aos outros tipos de materiais, com vida útil esperada de 75 anos, contra uma vida útil estimada de 20 anos para tubulações em concreto. Devido sua resistência e maior estanqueidade, as tubulações em PEAD garantem também menor índice de manutenções na rede. (NAKAMURA, 2019),

Ele é fabricado em barras de 6 metros úteis a tubulação apresenta um valor Peso por Metro extremamente inferior aos tubos de Concreto que são fabricados em barras de em média 1,5 metro e 1,0 metro. As tubulações em PEAD podem chegar em até 15 vezes mais leves, facilitando o transporte, garantindo mais segurança para os colaboradores.

Danieletto (2014) comenta que no tocante à abrasão, testes conduzidos por diferentes pesquisadores indicaram para os tubos de PEAD uma resistência bastante elevada, muito superior à de materiais convencionais, ilustrado no gráfico da Figura 5.

Figura 5: Resistencia a Abrasão



Fonte: Kanaflex, 2016

Os tubos fabricados em PEAD podem trabalhar com fluidos de até 45°C . Além disso os tubos corrugados de PEAD apresentam uma resistência a compressão Anelar de 4000Pa ou 8000Pa (4 ou 8 kN/m²). Sendo que por

exigência aos padrões COPASA, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e entre outros fica definido a utilização do tubo SN8 por garantir maior resistência, garantindo um Custo x Benefício mais interessante para vida útil da obra.

O dimensionamento da vala deve sempre respeitar a recomendação de “ $B = DN + 500\text{mm}$ ”. Sendo B a largura da vala e DN o diâmetro nominal, expresso em milímetros. Na execução deve-se tomar cuidado no material utilizado, evitando o uso de pedras ou materiais que possam danificar o tubo na execução do berço ou recobrimento, sempre utilizar material selecionado ou areia. A compactação deve ser realizada lateralmente e superficialmente em camadas de até 30cm com grau de compactação = 90% da energia Proctor normal (NAKAMURA, 2019).

O encaixe da tubulação deve ser executado de forma que não danifique a bolsa do material, uma proteção de batente deve ser utilizada, recomenda-se cortar um pedaço de uma ponta de um tubo, aproximadamente 50cm, e utilizá-la encaixando na bolsa onde a alavanca será realizada, evitando assim contato direto com a bolsa.

Os tubos de maior diâmetro podem ser encaixados com o auxílio da pá da escavadeira, lembrado sempre de colocar a mesma proteção ou o encaixe pode ser realizado puxando o tubo através de uma cinta amarrada. A parte interna do tubo é branca para facilitar a instalação, sendo que o colaborador, após realizado o encaixe do tubo, verifica se que o mesmo foi bem executado olhando através da parte interna do tubo, se caso verifique-se que está toda branca, a instalação está de acordo, se encontrar uma faixa de luz ou faixa preta, é porque os tubos estão afastados e não foram encaixados corretamente. O encaixe deve ser realizado sempre realizando a limpeza da bolsa e anel, utilizando pasta lubrificante para facilitar o encaixe.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Estudo de Caso

Este trabalho foi realizado utilizando um projeto de drenagem pluvial com extensão de 2232m, desenvolvido para um condomínio fechado localizado na cidade de Cuiabá/MT. Inicialmente o projeto foi desenvolvido considerando a utilização de tubos de concreto para a execução da rede drenagem, porém após uma análise prévia foi solicitado a realização de outro projeto com a utilização de tubos PEAD. Com os resultados obtidos, realizou-se uma análise comparativa em relação ao custo total da obra em questão.

3.1.1. Apresentação

O projeto realizado visa informar sobre a Drenagem Pluvial de um condomínio Residencial denominado Village Bordeaux localizado no município de Cuiabá/MT. Possui de uma área de aproximadamente 11,7ha onde será implantado um condomínio residencial com 294 unidades residenciais.

Conforme projeto de parcelamento urbanístico as ruas foram projetadas (dimensionadas) para atender o escoamento superficial das águas das chuvas, minimizando assim possíveis processos erosivos. A obra conta ainda com lotes residenciais, área verde, áreas institucionais e comunitárias e sistema viário definido, com ruas de 8,00m e 7,00m de largura e 2,50 de calçada. O Projeto foi elaborado através de estudos da área da bacia, levantamentos topográficos, visitas técnicas in loco, elementos básicos como Estudos Hidrológicos e Projeto Geométrico, necessários para a captação e interceptação das águas superficiais objetivando conduzi-las para locais de deságue seguro, sem causar impactos ao meio ambiente.

A figura 6 identifica a localização da área via Google Earth.

Figura 6: Localização da área via Google Earth



Fonte: Autor

O condomínio residencial será fechado em uma região de zona Rural fora do perímetro urbano da cidade. Foram respeitadas todas as diretrizes de urbanização do município.

De acordo com as normas e diretrizes municipais, definiu-se o arruamento citado que é o prolongamento natural das vias públicas que o loteamento se interliga e considera por outro lado as formas do contorno e dimensões dos lotes optados para orientação das quadras.

3.1.2. Dados de Projeto

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

Os parâmetros adotados são:

- a) Intensidade da Chuva
- b) Duração da Chuva
- c) Período de Retorno

- d) Declividade Mínima da Rede Coletora
- e) Diâmetro Mínimo da Rede Coletora
- f) Recobrimento Mínimo da Rede
- g) Coeficiente de Escoamento Superficial
- h) Velocidade Mínima de Escoamento
- i) Velocidade Máxima de Escoamento
- j) Coeficiente de Rugosidade do tubo (Manning)

3.1.2.1. Planilhas de Cálculo

As planilhas de cálculo presente nos apêndices A e B apresentam os cálculos hidrológicos e hidráulicos efetuados para a definição das tubulações das galerias de águas pluviais, segundo os critérios e parâmetros de projeto.

3.1.2.2. Tempo de Recorrência

A fixação e justificativa da escolha de um tempo de recorrência a ser adotado, prendem-se a uma análise de economia e segurança da obra; quanto maior for o tempo adotado, maiores serão os valores de vazão de dimensionamento encontrados, e, portanto, mais segurança, porém mais onerosa será a obra.

Em obras de galerias de águas pluviais, este tempo varia de 5 a 10 anos, e no caso de canalização de córregos entre 10 e 50 anos.

Assim sendo, adotou-se para o este Projeto de Drenagem de Águas Pluviais, Tempo de Recorrência de 10 anos.

3.1.2.3. Tempo de Concentração das chuvas

O tempo de duração adotado é função da maior vazão obtida para $T = 25$ anos e t variando de 0,25 a 4 horas.

3.1.2.4. Índice Pluviométrico

A intensidade pluviométrica é em função do Posto Pluviométrico adotado (Posto de Cuiabá), do Tempo de Recorrência e do Tempo de Concentração.

Para o Tempo de Recorrência, $T_r = 10$ anos temos o Tempo de Concentração.

Assim foi adotado para a caracterização do regime pluviométrico, dados de chuva relativos ao posto operado pelo 9º Departamento de Meteorologia de Cuiabá /MT, com uma precipitação de 165,20 mm/h para cálculo de projeto.

3.1.2.5. Diâmetros e extensões finais

a) Tubos de concreto

- Diâmetro 0,50 m = 956,00m
- Diâmetro 0,60 m = 921,00m
- Diâmetro 0,80 m = 289,00m
- Diâmetro 1,00 m = 66,00m

b) Tubos de PEAD

- Diâmetro 0,300 m = 648,00m
- Diâmetro 0,375 m = 482,00m
- Diâmetro 0,400 m = 106,00m
- Diâmetro 0,450 m = 174,00m
- Diâmetro 0,500 m = 327,00m
- Diâmetro 0,600 m = 258,00m
- Diâmetro 0,750 m = 194,00m
- Diâmetro 1,00 m = 43,00m

3.2. Análise comparativa dos custos

A partir dos dados obtidos pelo projeto de drenagem estudado, foi possível realizar uma análise econômica de custos, uma vez que o estudo fornece o diâmetro dos tubos, a extensão e a cota de fundo do tubo. Desse modo, além de compararmos o custo do material em si, é necessário contabilizar o processo construtivo como um todo, ou seja, considerar mão de obra, horas trabalhadas, horas de maquinários, serviços complementares etc.

Foram considerados os seguintes custos para análise:

- Material
- Mão de obra
- Escavação
- Reaterro
- Camada de fundo

3.2.1. Material

Para o orçamento dos materiais utilizados, tanto de tubos de concreto como de tubos de PEAD, foram considerados 3 fornecedores de cada. Desse modo, os valores utilizados foram os do fornecedor que apresentou o menor preço. Em relação aos tubos de concreto, o local de fabricação do produto e distribuição são na cidade de Cuiabá/MT, enquanto os tubos de PEAD são fabricados e transportados do Estado de São Paulo. Desse modo, considerando o local da obra, é necessário acrescentar o valor do frete para transporte do material em PEAD. Vale ressaltar que o orçamento foi realizado em fevereiro de 2022.

3.2.2. Mão de obra

Os valores para a mão de obra foram obtidos através de orçamentos disponibilizados pelo empreiteiro responsável pela execução do serviço de drenagem pluvial da obra.

3.2.3. Escavação

O volume de escavação foi calculado conforme as dimensões e os recobrimentos de cada tipo de tubo, os valores foram obtidos através das tabelas dos apêndices A e B. O dimensionamento da vala para os dois tipos de tubo deve sempre respeitar a recomendação de “ $B = DN + 500\text{mm}$ ”, sendo B a largura da vala e DN o diâmetro nominal, expresso em milímetros. Desse modo, o volume de escavação foi calculado considerando a largura da vala, sua profundidade média e sua extensão. Foi utilizado o valor unitário real de escavação de R\$ 5,32 por m^3 escavado, determinado pelo contrato orçamentário da obra.

3.2.4. Reaterro

O volume de reaterro foi calculado conforme as dimensões e os recobrimentos de cada tipo de tubo. O volume de reaterro foi calculado sendo a diferença entre o volume de escavação e o volume do tubo. Foi utilizado o valor unitário real de reaterro de R\$ 11,85 por m^3 de aterro, determinado pelo contrato orçamentário da obra. O material utilizado para o aterro das tubulações foi o mesmo escavado, uma vez que ele apresenta bom comportamento para compactação.

3.2.5. Berço ou lastro de fundo

Os dois materiais recomendam a adição de uma camada no fundo da vala para o assentamento, no caso dos tubos de concreto recomenda-se a utilização de lastro de 10cm de brita. Para os tubos PEAD recomenda-se a utilização de um berço de areia média de 10 cm. O volume desta camada foi calculado considerando a largura da vala, extensão e espessura. Foi utilizado o valor real

presente no contrato orçamentário da obra, considerando material e mão de obra de execução. Vale a consideração de que o valor do lastro de brita se apresenta maior do que o do berço de areia, uma vez que o local de compra de brita é mais distante do que o da areia, e consequentemente o frete de brita é 2x maior que o da areia média.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise comparativa econômica

Utilizando os projetos e parâmetros indicados anteriormente, foi possível analisar e comparar a viabilidade econômica de cada material utilizado.

4.1.1. Material

Os resultados da pesquisa orçamentária realizada em fevereiro de 2022 estão demonstrados nas tabelas 1 e 2 a seguir.

Tabela 1: Orçamento dos tubos de concreto

TUBOS DE CONCRETO (1,0 m)				
DN (mm)	Quantidade (m)	Preço Unitário		Preço Total
500	956	R\$	140,00	R\$ 133.840,00
600	921	R\$	145,00	R\$ 133.545,00
800	289	R\$	220,00	R\$ 63.580,00
1000	66	R\$	302,00	R\$ 19.932,00
TOTAL				R\$ 350.897,00

Fonte: Autor

Tabela 2: Orçamento dos tubos de PEAD

TUBOS DE PEAD (6,0 m)			
DN (mm)	Quantidade (6m)	Preço Unitário	Preço Total
300	88	R\$ 443,88	R\$ 39.061,44
375	81	R\$ 695,58	R\$ 56.341,98
400	18	R\$ 695,58	R\$ 12.520,44
450	29	R\$ 1.151,65	R\$ 33.397,85
500	55	R\$ 1.151,65	R\$ 63.340,75
600	43	R\$ 1.662,36	R\$ 71.481,48
750	33	R\$ 2.424,59	R\$ 80.011,47
1000	8	R\$ 3.738,62	R\$ 29.908,96
FRETE	1	R\$ 34.000,00	R\$ 34.000,00
TOTAL			R\$ 420.064,37

Fonte: Autor

Nota-se que os valores obtidos para os tubos de PEAD são 19,71% maiores que os valores obtidos para os tubos de concreto.

4.1.2. Mão de obra

Os valores de mão de obra estão presentes nas tabelas 3 e 4 a seguir.

Tabela 3: Valores de mão de obra para instalação de tubos de concreto

M.O TUBOS DE CONCRETO (1,0 m)			
DN (mm)	Quantidade (m)	Preço Unitário	Preço Total
500	956	R\$ 37,98	R\$ 36.308,88
600	921	R\$ 46,23	R\$ 42.577,83
800	289	R\$ 61,53	R\$ 17.782,17
1000	66	R\$ 77,15	R\$ 5.091,90
TOTAL			R\$ 101.760,78

Fonte: Autor

Tabela 4: Valores de mão de obra para instalação de tubos de PEAD

M.O TUBOS DE PEAD (m)				
DN (mm)	Quantidade (m)	Preço Unitário		Preço Total
300	648	R\$	6,76	R\$ 4.380,48
375	482	R\$	7,42	R\$ 3.576,44
400	106	R\$	10,83	R\$ 1.147,98
450	174	R\$	13,60	R\$ 2.366,40
500	327	R\$	16,36	R\$ 5.349,72
600	258	R\$	18,76	R\$ 4.840,08
750	194	R\$	22,91	R\$ 4.444,54
1000	43	R\$	28,81	R\$ 1.238,83
TOTAL				R\$ 27.344,47

Fonte: Autor

O custo total da mão de obra para os tubos de concreto apresenta-se na ordem de 372% maior em comparação com os tubos de PEAD.

4.1.3. Escavação

Para o cálculo dos valores de escavação de cada tipo de tubo, foi considerado a tabela presente nos apêndices C e D. A seguir a tabela 5 apresenta o resumo dos custos deste item.

Tabela 5: Resumo dos custos de escavação

Tipo de tubo	Vol. de escavação (m3)	Preço unitário (R\$)		Custo Total (R\$)
Concreto	3458,54	R\$	5,32	R\$ 18.399,43
PEAD	2119,56	R\$	5,32	R\$ 11.276,06

Fonte: Autor

O valor de custo da escavação para a rede de tubos de concreto é 63,17% maior que o valor de custo da escavação para a rede de tubos de PEAD.

4.1.4. Reaterro

Para o cálculo dos valores de escavação de cada tipo de tubo, foi considerado a tabela presente nos apêndices A e B. A seguir a tabela 6 apresenta o resumo dos custos deste item.

Tabela 6: Resumo dos custos de reaterro

Tipo de tubo	Vol. de reaterro (m3)	Preço unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Concreto	878,96	R\$ 11,85	R\$ 10.415,68
PEAD	533,7	R\$ 11,85	R\$ 6.324,35

Fonte: Autor

O valor de custo para reaterro da rede utilizando tubos de concreto foram 64,69% maior que o valor de custo para reaterro da rede utilizando tubos de PEAD.

4.1.5. Berço ou Lastro de fundo

Os valores obtidos neste tópico estão apresentados nos apêndices C e D . A tabela 7 seguir apresenta o resumo dos valores de custo obtidos.

Tabela 7: Resumo dos custos da camada de brita (concreto) e areia (PEAD).

Tipo de tubo	Vol. da camada (m3)	Preço unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Concreto	244,38	R\$ 122,09	R\$ 29.836,35
PEAD	211,87	R\$ 101,26	R\$ 21.453,96

Fonte: Autor

Analisando os resultados, nota-se que o custo da camada de brita utilizada nas tubulações de concreto é 39,07% maior que o custo da camada de areia utilizada nas tubulações de PEAD.

4.1.6. Custo Total

A partir dos resultados obtidos foi possível comparar o custo total de implantação. O custo total será a soma de todos os custos estudados em

particular para cada tecnologia sugeria, entre os tubos de concreto e os tubos de PEAD. A seguir as tabelas 8 e 9 apresenta os valores obtidos.

Tabela 8: Custo total de implantação – Tubos de concreto

Tubos de concreto		
Item		Custo
Material	R\$	350.897,00
Mão de obra	R\$	101.760,78
Escavação	R\$	18.399,43
Reaterro	R\$	10.415,35
Lastro de brita	R\$	29.836,35
Total	R\$	511.308,91

Fonte: Autor

Tabela 9: Custo total de implantação – Tubos de PEAD

Tubos de PEAD		
Item		Custo
Material	R\$	420.064,37
Mão de obra	R\$	27.344,47
Escavação	R\$	11.276,06
Reaterro	R\$	6.324,35
Lastro de brita	R\$	21.453,96
Total	R\$	486.463,21

Fonte: Autor

Os resultados obtidos mostram que o custo de implantação da rede de drenagem pluvial utilizando tubos de concreto mostrou-se 5% maior do que o custo utilizando tubos de PEAD.

4.2. Análise Comparativa de Execução

Diante dos dois sistemas de implantação para rede de drenagem pluvial estudados, foram analisados pontos comparativos em relação a execução utilizando cada tipo de material. Os pontos citados a seguir mostra as vantagens que os tubos em PEAD apresentam em relação aos tubos de concreto.

- Maior eficiência Hidráulica
- Maior vida útil
- Menor peso
- Maior resistência a brasão
- Maior produtividade média de instalação
- Menos manutenção

Os pontos citados a seguir mostra as vantagens que os tubos de concreto apresentam em relação aos tubos de PEAD.

- Menor custo
- Maior quantidade no mercado
- Maior resistência ao fogo
- Maior resistência a exposição solar

5. CONCLUSÕES

Este estudo comparativo analisou a utilização de dois tipos de materiais distintos para a execução de uma rede de drenagem pluvial de uma obra de um condomínio fechado realizada na cidade de Cuiabá/MT.

O projeto utilizando tubos em PEAD mostrou-se superior em termos de eficiência hidráulica, com melhor desempenho de escoamento devido a sua parede interna ser lisa e possuir baixa rugosidade.

Em relação à viabilidade econômica ficou evidente que o custo total final de execução utilizando tubos de PEAD é inferior que a solução em tubos de concreto.

A maior eficiência hidráulica dos tubos em PEAD propiciou a utilização de tubos com menores diâmetros e profundidade de instalação, fato que determina menor volume de escavação, reaterro e da camada de areia.

Menor custo da mão de obra para a execução com tubos PEAD.

O peso reduzido dos tubos de PEAD favorece o transporte e manuseio do material, pois não demandam o uso de máquinas para o seu manuseio.

A viabilidade construtiva, a tecnologia utilizando tubos em PEAD possui maior produtividade de assentamento, uma vez que suas barras são de 6 metros de comprimento e são leves.

Como conclusão final tem que a utilização dos tubos em PEAD para drenagem pluvial é uma solução construtiva extremamente viável e econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9794: **Tubo de concreto a parte redonda da água da chuva**. Rio de Janeiro, 2007.

ABTC. **Avaliação comparativa de desempenho entre tubos rígidos e flexíveis para utilização em obras de drenagem de águas pluviais**.

Disponível em: <

https://www.abtc.com.br/site/download/avaliacao_obras_drenagem.pdf >.

Acesso em: 28 jun. 2022.

ANDRADE, Leila de; ABREU, Tatiane Aparecida de. **Análise comparativa entre tubos de concreto e tubos PEAD para drenagem pluvial**. 2017. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017. Disponível em: <

<http://www.riuni.unisul.br/handle/12345/2358>>. Acesso em :28 jun .2022.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano. et al. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blücher, 1998.

BEZERRA, A. M.; QUEIROZ NETO, M. L.; FLORÊNCIO, F. D. C.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA JUNIOR, P. L.. **Drenagem urbana de água pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Assú/RN**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL CAMPINA GRANDE/PB, 7. Anais. 2016.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIRZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENSER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005, 318p.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CORSINI, R. **Saneamento: tubulação PEAD**. Revista Infraestrutura Urbana 2011. Disponível em: <

<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoestecnicas/2/tubulacao-peadleveza-e-facilidade-de-transporte-sao-caracteristicas212986-1.aspx> >.

Acesso em: 28 de junho de 2022.

DALTOÉ, M. F.; CASTRO, A. S.; CORRÊA, L. B.; LEANDRO, D.; BARCELOS, A. A.. **Resíduos Sólidos na rede de microdrenagem: uma análise qualitativa na cidade de Pelotas/RS**. Revista Monografias Ambientais, v.15, n.1, p.175-188, 2016.

DINIZ, C. M.; RANGEL, M. P.; OLIVEIRA, M. B.; ROSTANGO, P. V.. **A interferência das redes subterrâneas na qualidade da pavimentação urbana: comparativo econômico entre alternativas de traçado**. Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, n.2, v.2, 2016.

FARIAS, K. S.. **Análise quantitativa de macrodrenagem urbana: avaliação da capacidade de escoamento de um canal no município de Delmiro Gouveia/AL**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2017.

FRAGOSO, G. A.; SILVA, F. P.; SILVA, J. C. C.; ALVES, A. F.; CARVALHO, B. G. P.. **Planejamento, ordenamento e gestão integrada. Diagnóstico do sistema de drenagem urbana da cidade de Belém, Pará: uma análise dos principais bairros da cidade**. In: ENEEAMB, 4; FÓRUM LATINO, 2; SBEA – CENTROOESTE, 1. Anais. Brasília, 2016

KANAFLEX, 2016. KNTS Super - **Um tubo de aço de grande diâmetro, terceiro Sistema**. Disponível em: <http://kanaflex.com.br/site/knts_super> Acesso em: 28 jun 2022.

MARQUES, V. P.. **Estudo de medidas estruturais em planos diretores de drenagem urbana**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019

MEDAU, I.. **Análise dos dispositivos de drenagem urbana na Avenida São Francisco, Anápolis/GO**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2018.

NASCIMENTO, V. H. A.; STOLL, W. J.; MARTILIANO, A. J.; SANTOS, G. P.; REZENDE, S. P.. **Problemas da impermeabilização excessiva do solo**. In: COLÓQUIO ESTADUAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR, 2; CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR, 1. Anais. 2018.

PINTO, Nelson L. de Sousa; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto. **Hidrologia de superfície**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

PAULA, J. S.; SILVA, J. S.; OLIVEIRA, M. A. F.; RANGEL, M. P.. **Execução de obras de drenagem pluvial: princípios empregados na construção de redes de drenagem urbana**. Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, n.2, v.3, 2017.

SATIRO, R. S.; LIMA, R. G.; SOUSA, F. C. F.; DUARTE, F. K. D.; SOUSA, F. C. F.. **Drenagem urbana de água pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Cajazeiras/PB**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDAD, 1; CONGRESSO INTERNACIONAL.

TUCCI, C.E.M. (Org.). **Ciência e aplicação da hidrologia**. 3ª edição Porto Alegre, RS: Editora UFRGS/ABRH, 2004. 943p.

WILKEN, P. S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo: CETESB, 1978, 477p.

APÊNDICE A – PLANILHA DE RESULTADOS TUBO DE CONCRETO

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL ASPERBRAS																
PLANILHA RESULTADOS GALERIAS																
Propriet. Obra Local	ASPERBRAS EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS CUIABÁ SPE LTDA															
	Av. Antartica, s/n - Dist. Do Suciul - Cuiabá / MT															
Cód.	Trecho	Extensão (m)	Vazão (m³/s)	Vel. Real (m/s)	y/D	Declividade	Q Seção Plena (m³/s)	V Seção Plena (m/s)	Cota Ter. Montante (m)	Cota Ter. Jusante (m)	Cota GI Gal. Montante (m)	Cota GI Gal. Jusante (m)	Planilha		Data	
													Prof. Gal. Montante (m)	Prof. Gal. Jusante (m)		n Manning
	T1	60,00	0,0360	0,50	0,0046	0,263	0,238	1,210	166,53	166,41	165,43	165,16	1,10	1,25	0,013	Tubo de Concreto
	T2	55,00	0,4290	0,60	0,0223	0,460	3,200	3,240	166,41	166,13	165,16	163,93	1,25	2,20	0,013	Tubo de Concreto
	T3	58,00	0,8140	0,80	0,0278	0,422	4,040	2,155	166,13	165,83	163,93	162,33	2,20	3,50	0,013	Tubo de Concreto
	T4	17,00	1,3790	0,80	0,0201	0,643	4,040	1,894	165,83	163,00	162,33	162,00	3,50	1,00	0,013	Tubo de Concreto
	T5	23,00	1,3790	1,00	0,0088	0,573	2,960	2,233	163,00	158,00	158,20	158,00	4,80	0,00	0,013	Tubo de Concreto
	DISSIPADOR I															
	T6	48,00	0,1300	0,50	0,0148	0,361	2,030	0,447	168,48	167,78	167,38	166,68	1,10	1,10	0,013	Tubo de Concreto
	T7	48,00	0,2630	0,50	0,0265	0,455	3,030	0,614	167,78	167,42	166,68	165,42	1,10	2,00	0,013	Tubo de Concreto
	T8	64,00	0,3920	0,60	0,0489	0,366	4,180	1,319	167,42	165,83	165,42	162,33	2,00	3,50	0,013	Tubo de Concreto
	T9	55,00	0,0770	0,50	0,0056	0,354	1,230	0,274	170,76	170,76	169,66	169,41	1,10	1,10	0,013	Tubo de Concreto
	T10	47,00	0,1670	0,50	0,0281	0,348	2,750	0,614	170,51	169,69	169,41	168,09	1,10	1,60	0,013	Tubo de Concreto
	T11	54,00	0,2590	0,60	0,0777	0,261	4,410	1,599	169,69	166,13	168,09	163,93	1,60	2,20	0,013	Tubo de Concreto
	T12	48,00	0,0800	0,50	0,0057	0,359	1,260	0,277	172,53	172,53	171,70	171,43	1,10	1,10	0,013	Tubo de Concreto
	T13	42,00	0,1710	0,50	0,0670	0,280	3,790	0,924	172,53	170,26	171,43	168,66	1,10	1,60	0,013	Tubo de Concreto
	T14	54,00	0,2540	0,60	0,0656	0,270	4,130	1,476	170,26	166,41	168,66	165,16	1,60	1,25	0,013	Tubo de Concreto
	T21	62,00	0,0450	0,50	0,0411	0,162	2,160	0,671	170,73	168,29	169,63	167,09	1,10	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T22	57,00	0,2870	0,60	0,0341	0,341	3,370	1,093	168,29	166,35	167,09	165,15	1,20	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T23	62,00	0,5510	0,60	0,0598	0,418	4,920	1,480	166,35	162,68	165,15	161,48	1,20	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T24	13,00	0,8850	0,60	0,0259	0,741	3,940	1,015	162,68	160,00	158,93	158,60	3,75	1,40	0,013	Tubo de Concreto
	T25	74,00	0,8850	0,80	0,0136	0,548	3,150	1,543	160,00	159,00	158,60	157,60	1,40	1,40	0,013	Tubo de Concreto
	T26	80,00	0,8850	0,80	0,0125	0,561	3,050	1,482	159,00	158,00	157,60	156,60	1,40	1,40	0,013	Tubo de Concreto
	BSTC-01,00m-EXISTENTE															
	T27	68,00	0,1110	0,50	0,0325	0,270	2,580	0,640	170,38	168,29	169,28	167,09	1,10	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T28	48,00	0,0890	0,50	0,0255	0,258	2,230	0,564	168,80	167,60	167,70	166,50	1,10	1,10	0,013	Tubo de Concreto
	T29	44,00	0,1780	0,50	0,0307	0,352	2,890	0,643	167,60	166,35	166,50	165,15	1,10	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T30	66,00	0,1650	0,50	0,0234	0,364	2,560	0,593	164,11	162,68	163,01	161,48	1,10	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T31	59,00	0,0730	0,50	0,0984	0,171	3,280	0,993	170,39	165,30	169,29	164,10	1,10	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T32	57,00	0,1990	0,60	0,0230	0,312	2,640	0,888	165,30	164,00	164,10	162,80	1,20	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T33	59,00	0,4020	0,60	0,0067	0,679	1,970	0,514	162,80	163,70	162,80	162,40	1,20	1,30	0,013	Tubo de Concreto
	T34	59,00	0,6710	0,60	0,0371	0,539	4,320	1,193	163,70	161,43	162,40	160,23	1,30	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T35	72,00	1,0500	0,60	0,0433	0,692	5,030	1,310	161,43	158,34	160,23	157,14	1,20	1,20	0,013	Tubo de Concreto
	T36	60,00	1,2520	0,80	0,0293	0,534	4,590	2,260	158,34	156,00	156,14	154,40	2,20	1,60	0,013	Tubo de Concreto
	T37	43,00	1,7460	1,00	0,0094	0,656	3,200	2,337	156,00	154,00	154,40	154,00	1,60	0,00	0,013	Tubo de Concreto

CONDOMINIO RESIDENCIAL ASPERBRAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
PLANILHA RESULTADOS GALERIAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Propriet.	ASPERBRAS EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS CUIABA SPE LTDA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Obra	Rede de Drenagem Urbana																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Local	Av. Antartica, s/n - Dist. Do Sucuri – Cuiabá / MT																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Col.	Trecho	Extensão (m)	Vazão (m3/s)	Diametro (m)	Declividade (m/)	y/D	Vel. Real (m/s)	Q Seção Plena (m3/s)	V Seção Plena (m/s)	Cota Ter. Montante (m)	Cota Ter. Jusante (m)	Cota GI Gal. Montante (m)	Cota GI Gal. Jusante (m)	Prof. Gal Montante (m)	Prof. Gal Jusante (m)	n Manning	Data																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

APÊNDICE B – PLANILHA DE RESULTADOS TUBO PEAD

CONDOMÍNIO RESIDENCIAL ASPERBRAS																									
PLANILHA RESULTADOS GALERIAS																									
ASPERBRAS EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS GUABÁ SPE LTDA																									
Rede de Drenagem Urbana																									
Av. Antartica, s/n - Dist. Do Sucuri - Curitiba / MT																									
Propriet.	Obra	Local	Planilha																						
			1																						
Col.	Trecho	Extensão (m)	Vazio (m³/s)	Diâmetro (m)	Declividade	y/D	Vel. Real (m/s)	Q Seção Plena (m³/s)	V Seção Plena (m³/s)	Cota Ter. Montante (m)	Cota Ter. Jusante (m)	Cota GI Gal. Montante (m)	Cota GI Gal. Jusante (m)	Prof. Gal Montante (m)	Prof. Gal Jusante (m)	n Manning	Tubo								
	T1	60,00	0,039	0,300	0,003	0,560	0,860	0,930	166,530	166,410	166,130	165,610	165,610	0,750	0,800	0,010	Tubo de PEAD								
	T2	55,00	0,429	0,600	0,005	0,466	2,120	0,960	166,410	166,130	165,110	164,830	164,830	1,300	1,300	0,010	Tubo de PEAD								
	T3	58,00	0,814	0,600	0,005	0,702	2,460	0,997	166,130	165,830	164,830	164,550	164,550	1,300	1,300	0,010	Tubo de PEAD								
	T4	17,00	1,379	0,750	0,029	0,554	5,480	2,349	163,000	163,000	162,180	161,700	161,700	3,650	1,300	0,010	Tubo de PEAD								
	T5	23,00	1,379	0,750	0,022	0,609	4,890	2,044	163,000	158,000	158,000	158,000	158,000	4,500	0,000	0,010	Tubo de PEAD								
	DISIPADOR 1																								
	T6	48,00	0,130	0,375	0,015	0,488	2,420	0,269	168,480	167,780	167,655	166,955	166,955	0,825	0,825	0,010	Tubo de PEAD								
	T7	48,00	0,283	0,450	0,008	0,712	2,170	0,317	1,990	167,780	166,830	166,470	166,470	0,950	0,950	0,010	Tubo de PEAD								
	T8	64,00	0,392	0,450	0,025	0,612	3,840	0,577	3,630	167,420	165,830	166,470	164,880	0,950	0,950	0,010	Tubo de PEAD								
	T9	55,00	0,077	0,375	0,006	0,479	1,470	0,164	1,490	170,760	169,835	169,585	169,585	0,925	0,925	0,010	Tubo de PEAD								
	T10	47,00	0,167	0,375	0,017	0,542	2,730	0,294	2,670	170,510	169,690	169,655	168,840	0,855	0,855	0,010	Tubo de PEAD								
	T11	54,00	0,259	0,375	0,067	0,470	5,080	0,573	5,190	169,690	166,130	166,840	165,280	0,850	0,850	0,010	Tubo de PEAD								
	T12	48,00	0,080	0,300	0,008	0,638	1,680	0,111	1,570	172,800	172,530	172,050	171,680	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD								
	T13	42,00	0,171	0,300	0,053	0,559	4,200	0,287	4,060	172,530	170,260	171,680	169,510	0,850	0,750	0,010	Tubo de PEAD								
	T14	54,00	0,254	0,375	0,072	0,454	5,220	0,595	5,390	170,260	166,410	169,405	165,560	0,855	0,850	0,010	Tubo de PEAD								
	T21	62,00	0,045	0,300	0,039	0,286	2,680	0,234	3,310	170,730	168,980	167,540	167,540	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD								
	T22	57,00	0,287	0,375	0,034	0,619	4,000	0,416	3,770	168,290	167,435	165,055	165,055	0,845	0,845	0,010	Tubo de PEAD								
	T23	62,00	0,551	0,450	0,060	0,575	5,820	0,889	5,590	166,350	162,860	165,400	161,730	0,950	0,950	0,010	Tubo de PEAD								
	T24	13,00	0,885	0,600	0,046	0,526	5,870	1,633	5,780	162,680	160,000	159,480	158,900	3,200	1,100	0,010	Tubo de PEAD								
	T25	74,00	0,885	0,750	0,014	0,534	3,690	1,597	3,510	160,000	158,000	157,700	157,700	1,300	1,300	0,010	Tubo de PEAD								
	T26	80,00	0,885	0,750	0,013	0,549	3,560	1,529	3,460	159,000	157,695	156,700	156,700	1,305	1,300	0,010	Tubo de PEAD								
	BSTC-01,00m-EXISTENTE																								
	T27	68,00	0,111	0,300	0,031	0,504	3,100	0,219	3,090	170,380	168,290	168,630	167,540	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD								
	T28	48,00	0,089	0,300	0,026	0,471	2,730	0,197	2,790	168,800	168,050	166,850	166,850	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD								
	T29	44,00	0,178	0,375	0,028	0,485	3,360	0,375	3,390	167,600	166,350	166,675	165,425	0,925	0,925	0,010	Tubo de PEAD								
	T30	66,00	0,165	0,375	0,022	0,501	2,980	0,329	2,980	164,110	162,680	163,185	161,755	0,925	0,925	0,010	Tubo de PEAD								
	T31	59,00	0,073	0,300	0,087	0,301	4,100	0,350	4,950	170,380	165,300	168,640	164,550	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD								
	T32	57,00	0,199	0,375	0,023	0,554	3,170	0,340	3,080	165,300	164,000	164,450	163,150	0,850	0,850	0,010	Tubo de PEAD								
	T33	59,00	0,402	0,500	0,005	0,644	2,090	0,552	1,950	164,000	163,700	162,904	162,599	1,096	1,101	0,010	Tubo de PEAD								
	T34	59,00	0,671	0,500	0,039	0,467	5,170	1,495	5,290	163,700	161,430	162,600	160,330	1,100	1,100	0,010	Tubo de PEAD								
	T35	72,00	1,050	0,600	0,043	0,596	5,970	1,905	5,680	161,430	158,340	160,330	157,240	1,100	1,100	0,010	Tubo de PEAD								
	T36	60,00	1,262	0,600	0,039	0,477	6,020	2,703	6,120	158,340	156,000	157,400	154,700	1,300	1,300	0,010	Tubo de PEAD								
	T37	43,00	1,746	1,000	0,005	0,738	2,810	2,013	2,560	156,000	154,000	154,200	154,000	1,800	0,000	0,010	Tubo de PEAD								

CONDOMINIO RESIDENCIAL ASPERBRAS																						
PLANILHA RESULTADOS GALERIAS																						
ASPERBRAS EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS CUIABA SPE LTDA																						
Propriet.	Rede de Drenagem Urbana																					
Obra																						
Local																						
Col.	Trecho	Extensão (m)	Vazão (m3/s)	Diametro (m)	Declividade (m/l)	y/D	Vel. Real (m/s)	Q Seção		V Seção		Cota Ter.		Cota Ter.		Cota GI Gal.		Cota GI Gal.		Prof. Gal.		Tubo
								Plena (m3/s)	Plena (m/s)	Plena (m/s)	Plena (m/s)	Jusante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Montante (m)	Montante (m)	Montante (m)	Montante (m)	Montante (m)			
	DISSIPADOR II																					
	T38	48,00	0,084	0,300	0,090	0,321	4,310	0,359	5,070	168,290	164,000	167,540	163,250	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD
	T39	47,00	0,121	0,300	0,030	0,538	3,120	0,216	3,050	165,100	163,700	164,350	162,950	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD
	T40	60,00	0,100	0,300	0,053	0,406	3,710	0,282	3,990	161,500	158,340	160,750	157,590	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD
	T41	55,00	0,041	0,300	0,006	0,464	1,290	0,093	1,320	162,320	162,000	161,570	161,250	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD
	T42	55,00	0,144	0,400	0,005	0,678	1,580	0,184	1,460	162,000	161,740	161,150	160,890	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,010	Tubo de PEAD
	T43	57,00	0,241	0,500	0,005	0,617	1,900	0,351	1,790	161,740	161,430	160,790	160,480	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,010	Tubo de PEAD
	T44	51,00	0,075	0,300	0,006	0,666	1,490	0,098	1,380	158,300	157,990	157,550	157,240	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,010	Tubo de PEAD
	T45	51,00	0,148	0,400	0,005	0,683	1,610	0,187	1,490	157,990	157,740	157,140	156,890	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,010	Tubo de PEAD
	T46	51,00	0,251	0,500	0,005	0,659	1,830	0,334	1,700	157,740	157,490	156,790	156,540	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,010	Tubo de PEAD
	T47	49,00	0,356	0,500	0,007	0,753	2,240	0,400	2,040	157,490	157,150	156,540	156,200	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,010	Tubo de PEAD
	T48	52,00	0,426	0,500	0,022	0,562	3,750	0,711	3,620	157,150	156,000	156,200	155,050	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,010	Tubo de PEAD

APÊNDICE C – PLANILHA DE CÁLCULO DAS VALAS UTILIZANDO TUBOS DE CONCRETO

TUBOS DE CONCRETO					CARACTERÍSTICAS DA VALA			
Trecho	DN (mm)	Quantidade (m)	Largura (m)	Extensão (m)	Profundidade média (m)	Vol. Escavação (m³)	Vol. Reaterro (m³)	Lastro de Brita (m³)
1	500	60,00	1,00	60,00	1,18	70,50	23,40	6,00
2	600	55,00	1,10	55,00	1,73	104,36	42,19	6,05
3	800	58,00	1,30	58,00	2,85	214,89	98,33	7,54
4	800	17,00	1,30	17,00	2,25	49,73	15,56	2,21
5	1000	23,00	1,50	23,00	2,40	82,80	10,58	3,45
6	500	48,00	1,00	48,00	1,10	52,80	15,12	4,80
7	500	48,00	1,00	48,00	1,55	74,40	36,72	4,80
8	600	64,00	1,10	64,00	2,75	193,60	121,25	7,04
9	500	55,00	1,00	55,00	1,10	60,50	17,33	5,50
10	500	47,00	1,00	47,00	1,35	63,45	26,56	4,70
11	600	54,00	1,10	54,00	1,90	112,86	51,82	5,94
12	500	48,00	1,00	48,00	1,10	52,80	15,12	4,80
13	500	42,00	1,00	42,00	1,35	56,70	23,73	4,20
14	600	54,00	1,10	54,00	1,43	84,65	23,60	5,94
21	500	62,00	1,00	62,00	1,15	71,30	22,63	6,20
22	600	57,00	1,10	57,00	1,20	75,24	10,81	6,27
23	600	62,00	1,10	62,00	1,20	81,84	11,76	6,82
24	600	13,00	1,10	13,00	2,58	36,82	22,13	1,43
25	800	74,00	1,30	74,00	1,40	134,68	-14,03	9,62
26	800	80,00	1,30	80,00	1,40	145,60	-15,17	10,40
27	500	68,00	1,00	68,00	1,15	78,20	24,82	6,80
28	500	48,00	1,00	48,00	1,10	52,80	15,12	4,80
29	500	44,00	1,00	44,00	1,15	50,60	16,06	4,40
30	500	66,00	1,00	66,00	1,15	75,90	24,09	6,60
31	500	59,00	1,00	59,00	1,15	67,85	21,54	5,90
32	600	57,00	1,10	57,00	1,20	75,24	10,81	6,27
33	600	59,00	1,10	59,00	1,25	81,13	14,43	6,49
34	600	59,00	1,10	59,00	1,25	81,13	14,43	6,49
35	600	72,00	1,10	72,00	1,20	95,04	13,65	7,92
36	800	60,00	1,30	60,00	1,90	148,20	27,62	7,80
37	1000	43,00	1,50	43,00	1,60	103,20	-31,82	6,45
38	500	48,00	1,00	48,00	1,15	55,20	17,52	4,80
39	500	47,00	1,00	47,00	1,20	56,40	19,51	4,70
40	500	60,00	1,00	60,00	1,15	69,00	21,90	6,00
41	500	55,00	1,00	55,00	1,15	63,25	20,08	5,50
42	600	55,00	1,10	55,00	1,20	72,60	10,43	6,05
43	600	57,00	1,10	57,00	1,20	75,24	10,81	6,27
44	500	51,00	1,00	51,00	1,15	58,65	18,62	5,10
45	600	51,00	1,10	51,00	1,20	67,32	9,67	5,61
46	600	51,00	1,10	51,00	1,20	67,32	9,67	5,61
47	600	49,00	1,10	49,00	1,20	64,68	9,29	5,39
48	600	52,00	1,10	52,00	1,40	80,08	21,30	5,72
TOTAL						3458,54	878,96	244,38

APÊNDICE D – PLANILHA DE CÁLCULO DAS VALAS UTILIZANDO TUBOS EM PEAD

TUBOS DE PEAD			CARACTERÍSTICAS DA VALA					
Trecho	DN (mm)	Quantidade (m)	Largura (m)	Extensão (m)	Profundidade média (m)	Vol. Escavação (m3)	Vol. Reaterro (m3)	Berço de areia (m3)
1	300	60,00	0,80	60,00	0,78	37,20	20,24	4,80
2	600	55,00	1,10	55,00	1,30	78,65	16,48	6,05
3	600	58,00	1,10	58,00	1,30	82,94	17,38	6,38
4	750	17,00	1,25	17,00	2,48	52,59	22,57	2,13
5	750	23,00	1,25	23,00	2,25	64,69	24,06	2,88
6	375	48,00	0,88	48,00	0,83	34,65	13,46	4,20
7	450	48,00	0,95	48,00	0,95	43,32	12,80	4,56
8	450	64,00	0,95	64,00	0,95	57,76	17,07	6,08
9	375	55,00	0,88	55,00	0,93	44,52	20,23	4,81
10	375	47,00	0,88	47,00	0,85	35,06	14,31	4,11
11	375	54,00	0,88	54,00	0,85	40,16	16,32	4,73
12	300	48,00	0,80	48,00	0,80	30,72	17,16	3,84
13	300	42,00	0,80	42,00	0,80	26,88	15,01	3,36
14	375	54,00	0,88	54,00	0,85	40,28	16,44	4,73
21	300	62,00	0,80	62,00	0,75	37,20	19,68	4,96
22	375	57,00	0,88	57,00	0,85	42,39	17,22	4,99
23	450	62,00	0,95	62,00	0,95	55,96	16,53	5,89
24	600	13,00	1,10	13,00	2,15	30,75	16,05	1,43
25	750	74,00	1,25	74,00	1,30	120,25	-10,45	9,25
26	750	80,00	1,25	80,00	1,30	130,25	-11,05	10,00
27	300	68,00	0,80	68,00	0,75	40,80	21,58	5,44
28	300	48,00	0,80	48,00	0,75	28,80	15,24	3,84
29	375	44,00	0,88	44,00	0,93	35,61	16,18	3,85
30	375	66,00	0,88	66,00	0,93	53,42	24,28	5,78
31	300	59,00	0,80	59,00	0,75	35,40	18,73	4,72
32	375	57,00	0,88	57,00	0,85	42,39	17,22	4,99
33	500	59,00	1,00	59,00	1,10	64,81	18,50	5,90
34	500	59,00	1,00	59,00	1,10	64,90	18,59	5,90
35	600	72,00	1,10	72,00	1,10	87,12	5,73	7,92
36	600	60,00	1,10	60,00	1,30	85,80	17,98	6,60
37	1000	43,00	1,50	43,00	0,90	58,05	-76,97	6,45
38	300	48,00	0,80	48,00	0,75	28,80	15,24	3,84
39	300	47,00	0,80	47,00	0,75	28,20	14,92	3,76
40	300	60,00	0,80	60,00	0,75	36,00	19,04	4,80
41	300	55,00	0,80	55,00	0,75	33,00	17,46	4,40
42	400	55,00	0,90	55,00	0,85	42,08	14,44	4,95
43	500	57,00	1,00	57,00	0,95	54,15	9,40	5,70
44	300	51,00	0,80	51,00	0,75	30,60	16,19	4,08
45	400	51,00	0,90	51,00	0,85	39,02	13,39	4,59
46	500	51,00	1,00	51,00	0,95	48,45	8,41	5,10
47	500	49,00	1,00	49,00	0,95	46,55	8,08	4,90
48	500	52,00	1,00	52,00	0,95	49,40	8,58	5,20
TOTAL						2119,56	533,70	211,87