
ARQUITETURA E ENGENHARIA CIVIL contemporânea: inovação, tecnologia e sustentabilidade

Adriano Mesquita Soares
(Organizador)

Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Organizador

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Capa

AYA Editora

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Engenharia

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

Universidade Estadual de Londrina

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

Instituto Federal do Amapá

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

Centro Universitário FACEX

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

Universidade do Estado de Minas Gerais

Prof.ª Ma. Denise Pereira

Faculdade Sudoeste – FASU

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

Universidade Federal do Paraná

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

Universidade Federal do Amapá

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

Universidade Estadual de Londrina

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

Universidade de Santa Cruz do Sul

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Jorge Soistak

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara

Prof.º Me. José Henrique de Goes

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

Faculdade Santana

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

Universidade Norte do Paraná

Prof.º Me. Milson dos Santos Barbosa

Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus
Parauapebas*

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira

Instituto Federal do Acre

Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

Universidade Federal do Piauí

Prof.ª Ma. Silvia Aparecida Medeiros

Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda

Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues

Instituto Federal de Santa Catarina

Prof.º Dr. Valdoir Pedro Wathier

*Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional,
FNDE*

© 2021 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.

A772 Arquitetura e engenharia civil contemporânea inovação, tecnologia e sustentabilidade [recurso eletrônico]. / Adriano Mesquita Soares (organizador) -- Ponta Grossa: Aya, 2021. 223 p. – ISBN 978-65-88580-77-6

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

DOI 10.47573/aya.88580.2.48

1. Engenharia civil. 2. Materiais de construção. 3. Concreto. 4. Geração de energia fotovoltaica. 5. Sistemas de energia fotovoltaica. 6. Engenharia elétrica. 7. Energia solar. 8. Acidentes – Prevenção. 9. Estações meteorológicas. 10. Arquitetura. I. Soares, Adriano Mesquita. II. Título

CDD: 624

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora EIRELI

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

84.071-150

Análise de viabilidade financeira com a utilização de tubulação de concreto e de polietileno de alta densidade

Financial feasibility analysis with the use of high density concrete and polyethylene pipe

Carolina Oliveira de Abreu

Acadêmica de Engenharia Civil, Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira

William Torres

Engenheiro Civil, Mestre, Professor do Curso de Engenharia Civil, Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.3](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.3)

Resumo

O rápido aumento das áreas consolidadas nas cidades de todo o país, infelizmente não está acompanhada por obras de infraestrutura adequada, e esse problema incentiva pesquisas na área de drenagem com o intuito de apresentar novas alternativas para melhorar o processo de execução de obras de obras tal como na área de drenagem. A substituição de tubos de concreto por Polietileno de Alta Densidade (PEAD) tem o objetivo de melhorar as obras durante sua execução, busca-se viabilizar financeiramente um novo processo de implantação de galerias pluviais. O estudo de caso procura avaliar financeiramente o custo para implantação das tubulações desse material, estimar e comparar o tempo gasto para execução das duas alternativas de projetos. Para isso foi analisado um projeto de drenagem pluvial do Município de Foz do Iguaçu-PR, apresentando uma comparação prática de execução de dois materiais para as galerias. O trabalho apresentou economia na mão de obra durante a execução, redução dos diâmetros juntamente com menores volumes de escavação para o assentamento das galerias. Mesmo o valor do insumo em PEAD ainda sendo significativamente maior, procurou-se expor as vantagens com a economia nos demais processos de execução utilizando esse material.

Palavras-chave: drenagem. concreto. polietileno de alta densidade.

Abstract

The rapid increase in consolidated areas in cities throughout the country, unfortunately is not accompanied by adequate infrastructure works, and this problem encourages research in the drainage area in order to present new alternatives to improve the process of execution of works of works such as in the drainage area. The replacement of concrete pipes by High Density Polyethylene (HDP) aims to improve the works during its execution, seeking to financially enable a new process of implementation of storm galleries. The case study seeks to financially evaluate the cost for implementing the pipes of this material, estimating and comparing the time spent to execute the two project alternatives. For this, a rain drainage project of the municipality of Foz do Iguaçu-PR was analyzed, presenting a practical comparison of the execution of two materials for the galleries. The trbalho showed savings in labor during execution, reduction of diameters along with smaller excavation volumes for the laying of the galleries. Even though the value of the HDP in sump is still significantly higher, we tried to expose the advantages with the economy in the other execution processes using this material.

Keywords: drainage. concrete. high density polyethylene.

INTRODUÇÃO

Atualmente para construir um loteamento um dos requisitos exigidos, é um plano de drenagem eficiente e pensado no futuro, com isso é evitado grandes problemas para a população que geralmente é causado pelo projeto de drenagem mal elaborado ou até mesmo não realizado.

No entanto, principalmente em cidades de pequeno porte as áreas urbanizadas foram criadas com o passar dos anos em que foram implantadas pavimentação e moradias muitas vezes sem pensar em projetos de drenagem, as áreas consolidadas ocupam grande parte do solo com construções na maioria das vezes de concreto com isso diminuindo as áreas permeáveis nos centros urbanos.

Com o aumento de áreas urbanas acarretando grandes áreas impermeáveis, os municípios sem um plano de drenagem urbano acabam passando por essa cena, e enfrentando problemas até mesmo de saúde pública, sem o preparo de infraestrutura, e devido ao saneamento ser abordado sem muita importância, os problemas só aumentam.

O saneamento básico é o que será abordado no trabalho, pode-se notar que é pensado em implantar rede coletora de águas pluviais, mas o custo para a implantação é alto, e a execução demanda de tempo, e áreas urbanas mesmo que recém-consolidadas apresentam grande fluxo, não podendo ser interditada por grandes intervalos de tempo, pensando nisso é importante estudar meios para diminuir o custo na implantação e a manutenção no processo de execução de projetos de drenagem.

Obras de drenagem abrangem diversos setores, podendo envolver o poder público, logo, considera-se de grande importância melhorar esse sistema para gerar benefícios a sociedade em geral, uma vez que problemas de drenagem segundo CANHOLI (2015) tem grande importância em enchentes, ameaçando a saúde pública.

De acordo com a ABTC (2003), a qualidade dos tubos de concreto é um assunto estável, devido a sua conservação e resistência aos esforços submetidos. Essas características proporcionam incentivo para a utilização deles principalmente no Brasil onde o sistema de drenagem mais utilizado é o de tubos de concreto para captação e transporte de águas pluviais.

No entanto, busca-se através deste trabalho, apresentar uma alternativa de tubulações de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), que segundo Marcondes (2016), esse material possui propriedades de alta resistência. Com isso, pode-se substituir a convencional tubulação de concreto.

A utilização de tubulações de PEAD, não é uma solução nova, mas não apresenta incentivo em pesquisas, é pode-se evidenciar isso na busca por estudos e pesquisas científicas sobre esse método. Entende-se que o PEAD, perde seu campo para a tubulação de concreto que é o material convencional e mais utilizado no Brasil segundo ABTC (2003).

A tubulação de concreto sempre foi empregada na execução de projetos de drenagem, com isso admite-se essa aplicação com um grande espaço no processo de execução, diminuindo a procura para uma alternativa, entende-se que o constante e tradicional método de execução gera certo conforto diminuindo o incentivo de buscar alternativas. A vista disso nota-se a importância de apresentar estudos que abordem alternativas para proporciona agilidade e melhorar a

empregabilidade de uma alternativa na tubulação convencional.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade financeira para implantação dos tubos de PEAD como alternativa de substituir tubulação tradicional de concreto em projetos de drenagem urbana. Apresentar a disponibilidade de matéria prima e mão de obra para a fabricação da tubulação de concreto e PEAD, avaliar financeiramente o custo para implantação das tubulações de concreto e PEAD e avaliar e comparar o tempo gasto para execução das duas alternativas de projetos.

BASE TEÓRICA

A implantação dos sistemas de drenagem urbana se mostra cada vez mais necessária, especialmente devido ao aumento da complexidade causada pelos problemas oriundos das inundações urbanas em razão da impermeabilização do solo, e assim, a implantação e a posterior gestão destes projetos representam uma significativa quantidade de recursos financeiros (LEGLER; MENDES, 2015).

De acordo com a Lei nº 11.445/2007 que vem para estabelecer as diretrizes para o saneamento básico no Brasil, em seu art. 2º, o inciso IV aponta que deve ocorrer a “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). Dessa forma, é imprescindível o desenvolvimento de sistemas de drenagem urbana formados por sarjetas e sargetões, bocas de lobo, poços de visita, condutos de ligação, dentre outras ferramentas (DINIZ *et al.*, 2016).

De acordo com a ABTC (2003), as tubulações utilizadas nas galerias de drenagem pluvial, são do tipo tubos rígidos e os tubos flexíveis. Os tubos rígidos são os de concreto simples e armado e trata-se de tubulações que podem sofrer deformações de até 0,1% no diâmetro sem apresentar fissuras prejudiciais.

Os tubos de concreto para drenagem urbana, trata-se de peças circulares pré-moldadas que podem possuir encaixe do tipo macho-fêmea ou ponta-bolsa, para fazer a ligação entre as chamadas manilhas. A escolha do tipo de manilha a ser utilizada deverá ser avaliada, levando em consideração a aplicação dos tubos, a vazão requerida, o raio hidráulico das peças e o tipo de fluido que passará pelas tubulações, uma vez que não são utilizadas apenas como galerias pluviais (ABTC, 2020).

A finalidade dos tubos de concreto pode ser dividida em duas principais, sendo para águas pluviais ou para esgoto sanitário. Quanto a armação das manilhas, as que não possuem armadura são identificadas como tubos simples e as demais são as manilhas com armação ou reforço de fibras de aço, sendo que a norma indica que todas as manilhas com diâmetro maior que 60 centímetros devem possuir algum tipo de reforço ou armação em aço (ABNT, 2020). A velocidade máxima indicada para tubulações de concreto é de 5,0 m/s e a velocidade mínima de 0,75 m/s (SUDERHSA, 2002).

A utilização de tubos do tipo Polietileno de Alta Densidade - PEAD teve início em 1950 e tem sido objeto de estudo desde então, especialmente objetivando melhorar sua eficiência. O PEAD é considerado como um material com eficiência hidráulica considerável, sendo que seu

uso na engenharia civil vem crescendo nos últimos anos (TIGRE, 2017; PEREIRA, 2019).

Outra característica importante desse tipo de material é sua capacidade de resistência a pressão do solo, facilidade de manuseio e facilidade ou menos complexidade de instalação, se comparado ao método mais tradicional, que é a utilização de tubos de concreto. Além disso, como principal trunfo desse tipo de tubulação, tem-se a resistência a corrosão e imunidade a reações químicas e eletromecânicas, apresentando durabilidades que podem exceder 75 anos de vida útil (TIGRE, 2017; PEREIRA, 2019).

Os tubos PEAD que são corrugados por fora e lisos na parte interna são considerados como uma opção muito boa para solucionar problemas relacionados a condução e drenagem de águas pluviais (TMD BRASIL, 2016). Essas tubulações são de fácil instalação, por se tratarem de um material de peso inferior a outros materiais, entretanto, precisa seguir algumas orientações para que seja viável sua instalação e seu bom funcionamento, como por exemplo, a limpeza e lubrificação, a retirada do material de envoltura que protege os anéis de borracha, e a colocação manual com relativo cuidado para dentro das valas, garantindo que a tubulação assente ao solo, uma vez que, ao contrário das manilhas que assentam com o próprio peso, os tubos PEAD podem ficar desnivelados (ANDRADE; ABREU, 2017; PEREIRA, 2019). Por outro lado, uma característica que apresenta vantagem significativa na utilização dos tubos PEAD é a capacidade de vazão superior a 5 m/s, gerando economia na profundidade da vala a ser escavada para acomodar as tubulações, visto que não é necessária uma declividade acentuada para garantir o escoamento das águas pluviais (BARBOZA, 2016). De forma geral a utilização dos tubos PEAD vem ganhando campo de atuação, e sendo cada vez mais utilizados, considerando-se que estes são mais eficientes nas galerias pluviais, devido à redução no diâmetro e das valas, redução da declividade, menor utilização de máquinas pesadas na área da obra, maior facilidade de instalação, maior durabilidade, melhor resistência a abrasividades e a raios ultravioletas, maior resistência a variações da temperatura e grau de acidez (FLORÊNCIO; BACK, 2016). Segundo Tigre-ADS (2017), o tubo de PEAD para drenagem pode ser fabricado com 6 metros de largura visando maximizar a produtividade de instalação, respeitar as medidas de transporte e diminuir o número de juntas do sistema.

Figura 1 - Tubulação de PEAD.



Fonte: Tigre-Ads, 2017

METODOLOGIA

O presente trabalho buscou utilizar as informações apresentadas na revisão bibliográfica para embasar a pesquisa e obter os resultados, junto a isso foi realizado um estudo de caso.

O estudo de caso refere-se a um objeto de licitação da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, que se trata de um projeto de execução de drenagem pluvial. Para a realização do trabalho, obtiveram-se informações contidas no edital do processo licitatório. Após analisar o projeto escolhido, foi realizado o levantamento do quantitativo de materiais da rede com os tubos de concreto e posteriormente de PEAD.

Figura 2 - Traçado da rede de drenagem



Fonte: Google Earth, 2021.

Figura 3 - Localização das Rua Pilar, Rua Cianorte, Rua Jacanga e Rua Cantagalo.



Fonte: Google Earth, 2021.

O projeto de drenagem foi obtido através do portal de licitações no site da Prefeitura de Foz do Iguaçu, com base nas informações contidas na pasta técnica a obra da rede de drenagem foi executada inteiramente com manilhas de concreto, e presente nos seguintes trechos: parte da Rua Pilar, Rua Cianorte, Rua Jacanga e Rua Cantagalo. A figura 2 e 3 apresentam o traçado da rede de drenagem, e a localização dos trechos.

As informações contidas no projeto serão utilizadas para apresentar o quantitativo das tubulações de concreto, através do projeto elaborado pela equipe técnica da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, com isso será elaborado o quantitativo dos tubos em PEAD, seguindo a mesma natureza a fim de comparar de maneira justa a viabilidade de cada material, no mesmo ambiente e com as mesmas características.

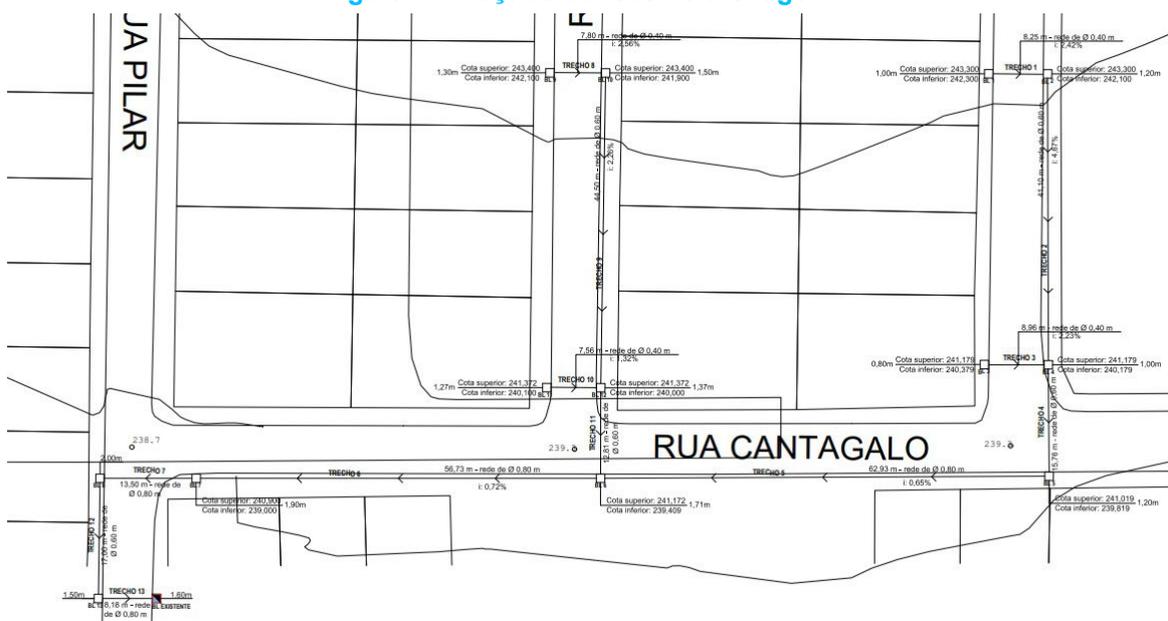
Os elementos que compõem o projeto de sistema de drenagem, permanecerão os mesmos, para dar seguimento no objetivo do trabalho que será analisar a viabilidade de se implantar um sistema alternativo para galerias de concreto.

De acordo com o Laudo e Parecer Técnico elaborado pela equipe técnica da PMFI, foi realizado uma visita no trecho, para analisar o motivo dos alagamentos na Rua Cantagalo, e constatou que o acúmulo de água que vem das Rua Jacanga e Rua Cianorte, as quais são perpendiculares à Rua Cantagalo, com isso estão acumulando um grande volume, e com o objetivo de solucionar o problema, foi elaborado o projeto de drenagem. Conforme apresentado na figura 4, essa será a área de contribuição para elaboração do projeto de drenagem.

A rede de drenagem que conduz a distribuição das águas pluviais dos trechos das ruas citadas à cima será ligada a uma rede existente na Rua Pilar.

Através das planilhas no Microsoft Office Excel, será realizado os cálculos para dimensionamento das galerias. A finalidade da pesquisa é analisar os resultados e comparar o sistema de tubos de concreto e um sistema com tubos de PEAD, os cálculos deverão possibilitar a manipulação dos dados de entrada que diferem nos dois sistemas.

Figura 4 - Traçado da rede de drenagem



Fonte: Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, 2021

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma análise mais precisa dos resultados obtidos e assim a comparação entre os materiais utilizados para o dimensionamento, foram calculados novamente o diâmetro da tubulação de concreto, por isso não foi utilizado os diâmetros apresentados no projeto objeto de licitação da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu.

Durante o dimensionamento foram adotados os diâmetros comerciais mais próximos dos diâmetros requeridos em cada trecho. Utilizou-se como convenção um diâmetro mínimo de 400mm para os trechos, e a partir desse valor, os seguintes diâmetros: 500mm, 600, 700mm, 800mm, 900mm.

O período de retorno, foi definido no valor de 5 anos, por se tratar de uma região residencial e comercial para os dois materiais. Para a determinação dos diâmetros foi utilizado a mesma planilha mudando apenas o coeficiente mencionado acima.

A tabela 1 mostra como foi realizado o dimensionamento, apresentando os trechos, vazões, e diâmetros de cada um dos trechos dimensionadas.

Os seguintes trechos: BL3-BL4, BL4-BL5, BL5-BL6, BL6-BL7, BL7-BL8, BL8-BL13. Apresentaram diminuição nos diâmetros com a substituição do material de concreto para PEAD.

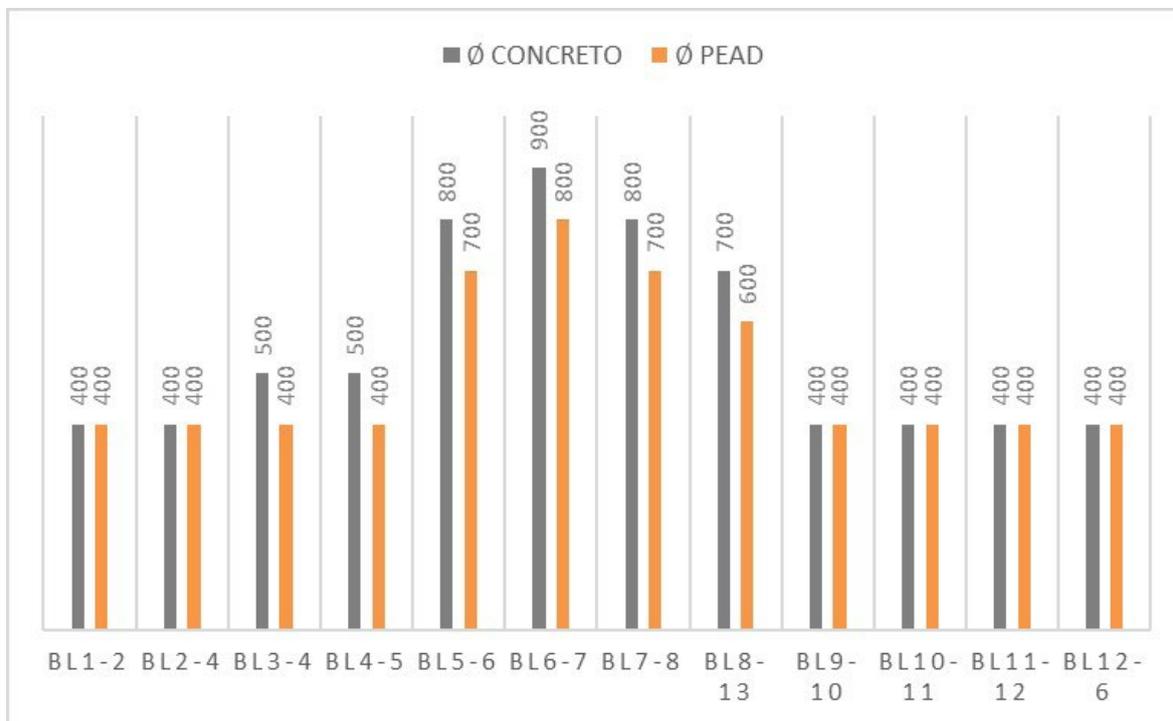
Tabela 1 - Dimensionamento da rede de drenagem com tubos de Concreto e PEAD

TRECHO	EXT (m)	VAZÃO (m ³ /s)	DECLIV. TUBO	VELOC. (m/s)	DIÂMETRO (m)	DIÂMETRO ADOT
TUBULAÇÃO EM CONCRETO						
BL1 - BL2	8,3	0,12	2,42%	2,05	0,29	400
BL2 - BL4	41,1	0,39	4,67%	3,53	0,40	400
BL3 - BL4	9,0	0,35	2,23%	2,61	0,44	500
BL4 - BL5	15,8	0,79	8,63%	5,30	0,46	500
BL5 - BL6	62,9	0,89	1,00%	2,44	0,73	800
BL6 - BL7	56,7	1,30	1,00%	2,68	0,84	900
BL7 - BL8	13,5	1,43	2,22%	3,70	0,75	800
BL8 - BL13	17,0	1,45	4,12%	4,68	0,67	700
BL9 - BL10	7,8	0,09	2,56%	1,95	0,26	400
BL10 - BL11	44,5	0,18	4,27%	2,83	0,31	400
BL11 - BL12	7,6	0,06	1,32%	1,40	0,26	400
BL12 - BL6	12,8	0,30	4,61%	3,29	0,36	400
TUBULAÇÃO EM PEAD						
BL1 - BL2	8,3	0,12	2,42%	1,85	0,25	400
BL2 - BL4	41,1	0,39	4,67%	3,19	0,34	400
BL3 - BL4	9,0	0,35	2,23%	2,36	0,38	400
BL4 - BL5	15,8	0,79	8,63%	4,79	0,40	400
BL5 - BL6	62,9	0,89	1,00%	2,20	0,63	700
BL6 - BL7	56,7	1,30	1,00%	2,42	0,72	800
BL7 - BL8	13,5	1,43	2,22%	3,35	0,64	700
BL8 - BL13	17,0	1,45	4,12%	4,23	0,58	600
BL9 - BL10	7,8	0,09	2,56%	1,76	0,22	400

BL10 - BL11	44,5	0,18	4,27%	2,56	0,26	400
BL11 - BL12	7,6	0,06	1,32%	1,27	0,22	400
BL12 - BL6	12,8	0,30	4,61%	2,98	0,31	400

Fonte: Autor, 2021.

Figura 1 - Comparação entre os trechos, diâmetros e materiais dos tubos

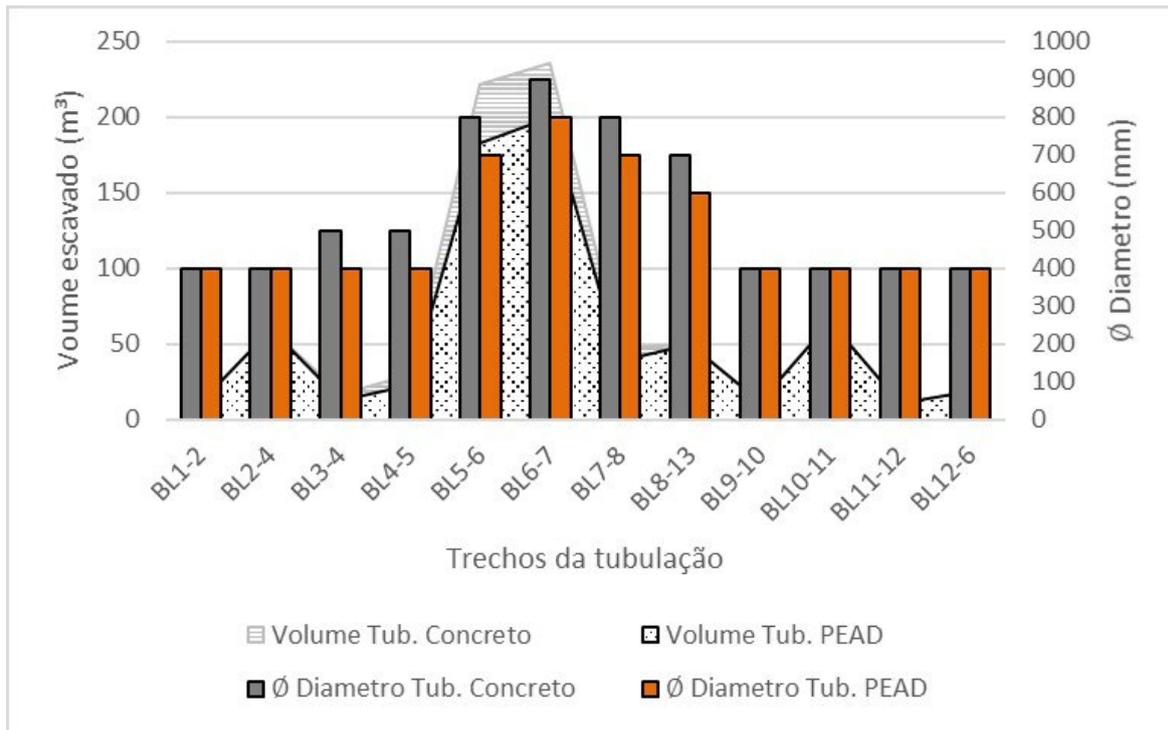


Fonte: Autor, 2021.

Para a tubulação em PEAD, foi utilizado o coeficiente de manning $n=0,010$, cerca de 66,667% menor que a de concreto que foi utilizado $n=0,015$, fator influenciador nos resultados, visto que esse resultado se mostra mais favorável para o escoamento na tubulação em PEAD contribuindo para a redução dos diâmetros. Na Figura 1 está sendo apresentando de forma clara, a redução dos diâmetros quando utilizado o material PEAD para os cálculos.

Através dos cálculos de movimentação de solo, foi encontrado o volume escavado, volume de reaterro e o volume de bota-fora, esses valores são condicionantes de grande importância quando se trata de custos em obras de drenagem, e encontrar uma maneira e economizar nessa etapa pode trazer grandes benefícios para a gestão da obra. A Figura 2 faz um comparativo dos diâmetros e a movimentação de solo para cada material utilizado na execução da obra de drenagem e a tabela 2 mostra de forma resumida as quantidades de movimentação de solo.

Figura 2 - Comparativo dos volumes de movimentação de terra e tubulação.



Fonte: Autor, 2021.

Tabela 2: Resumo da movimentação de solo

TUBULAÇÃO	VOL. ESCAVADO M³	VOL. DA TUBULAÇÃO M³	VOL. DE REATERRO M³	VOL. DE BOTA-FORA M³
CONCRETO	779,99	141,14	570,23	209,76
PEAD	685,21	116,38	502,93	182,29

Fonte: Autor, 2021.

Após o levantamento dos diâmetros, e tabelar com diâmetros comerciais e calcular o volume de escavação, realizou-se um orçamento com os quantitativos, visando comparar os dois materiais. Com os quantitativos obtidos foram realizados o orçamento para cada um dos materiais, levando em conta as tubulações, seu fornecimento, assentamento e os serviços de movimentação de terra e lastro de material para berço.

Os orçamentos foram realizados utilizando as planilhas de custos referenciais do DNIT, o SICRO (DNIT, 2021), e da Caixa Econômica Federal, o SINAPI (CAIXA, 2021). As referenciais utilizadas consideraram os valores no Estado do Paraná em abril de 2021 no SICRO e em setembro de 2021 no SINAPI, ambas na opção “não desonerada”. A tabela 3 apresenta um resumo dos custos gerados por esses orçamentos.

Tabela 3 - Planilha de valores

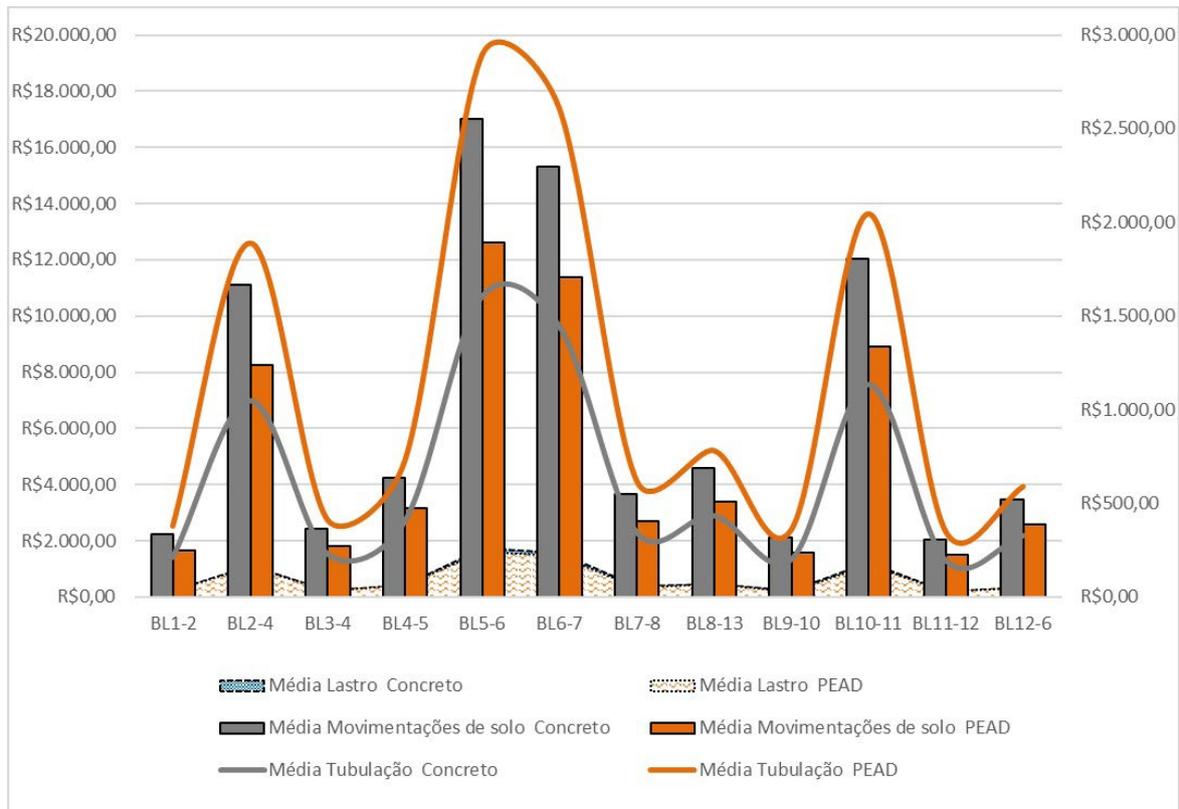
EXECUÇÃO DE DRENAGEM		VALORES R\$	
DESCRIÇÃO	TUB. CONCRETO R\$	TUB. PEAD R\$	
TUBULAÇÃO	R\$ 50.469,72	R\$ 91.023,72	
LASTRO DE MATERIAL GRANULAR	R\$ 8.167,15	R\$ 7.718,87	
MOVIMENTAÇÃO DE SOLO	R\$ 12.026,93	R\$ 8.929,17	
VALOR TOTAL	R\$ 70.663,79	R\$ 107.671,76	

Fonte: Autor, 2021.

Como mostrado no comparativo realizado entre os tubos de concreto e de PEAD e resultados da escavação de solos, as análises dos custos finais para execução da drenagem pluvial são mostradas no Figura 3 abaixo, sendo possível notar que os custos da tubulação de PEAD tem o valor mais elevado do que de concreto, mas como mostrado anteriormente o volume de escavação item importante no custos se mostra menor na tubulação de PEAD, compensando o alto custo do material, no entanto o valor global para realização da obra com tubos PEAD o custo ficou maior do que para tubos em concreto.

Diferença que se dá pelo elevado custo do fornecimento de tubos em PEAD, quando analisados os custos com mão de obra para instalação e movimentos de terra, a tubulação de PEAD se mostrou extremamente benéfica.

Figura 3 - Comparativo de custos



Fonte: Autor, 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos resultados apresentados no tempo de execução de instalação da rede de drenagem o material em PEAD mostrou resultados vantajosos, com a intenção de destacar esse ponto o projeto escolhido como estudo de caso desse trabalho foi em um local estratégico, um bairro consolidado na cidade de Foz do Iguaçu, em que o tempo de execução e o espaço ocupado para a obra, tem grande importância. Inicialmente o custo da obra apresenta-se favorável devido a economia na escavação de solo, com isso diminuindo os custos com mão de obra e tempo de execução que pode se mostrar um grande investimento, quando pensado nos riscos de uma obra aberta em um bairro consolidado, quanto mais tempo durar a execução maior a possibilidade de acidentes com funcionários ou moradores lindeiros.

No que se refere a planejamento para aumentar o lucro mesmo mostrado que será pago pelos tubos de PEAD, é possível repassar esse valor cobrando mais por uma obra mais rápida e com uma menor área de intervenção, o material em PEAD mesmo sendo um material relativamente novo na execução de drenagem, quando encomendado com antecedência, e mantendo um planejamento de início de obras, pode se tornar um aliado para uma obra rápida, diminuindo as intervenções, com um pequeno número de funcionários. Com todas essas vantagens e com a demanda necessária para esse tipo de ocasião o material em PEAD se mostrou favorável financeiramente para obra de drenagem em centros urbanos.

REFERÊNCIAS

ABTC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TUBOS DE CONCRETO. Tubos e Aduelas de Concreto. 2020. Disponível em: <<https://www.abtc.com.br/site/tubos-aduelas.php>>. Acesso em: 21 mai. 2021.

ABTC - 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. 2003. Disponível em: <<https://www.abtc.com.br/site/downloads.php>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

ANDRADE, L.; ABREU, T. A. Análise Comparativa entre Tubos de Concreto e Tubos Pead para Drenagem Pluvial. 2017. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.

ARAUJO, B. C.; GARCIA, R. S. Aplicação de tubos PEAD para sistemas de captação e direcionamento pluvial. In: FÓRUM DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FUNEC, 8., 2017, Santa Fé do Sul. Anais... Santa Fé do Sul: Funec, 2017.

BARBOZA, N. Saneamento. Revista Infraestrutura Urbana. 2016. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/61/uso-de-tubos-de-PEAD-avancano-subsolo-das-cidades-371921-1.aspx>>. Acesso em: 14 mai. 2021.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 11 jan. 2007.

CAIXA. Caixa Econômica Federal. Custos Referenciais no sistema SINAPI. Brasil, 2020. Disponível em:

<https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_655>. Acesso em: 01/06/2021.

CANHOLI, Aluísio. Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de textos, 2015.

DINIZ, C. M. *et al.* 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.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Custos Referenciais no sistema SICRO. Brasil, 2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/sul/parana/2021/abril/abril-2021>>. Acesso em: 02/06/2021.

FLORÊNCIO, G. M.; BACK, N. Comparativo de desempenho e viabilidade econômica entre tubulações de PEAD e concreto para sistemas de drenagem pluvial – Estudo de caso. 2016. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Santa Catarina, Criciúma, 2016.

LEGLER, C.; MENDES, C. A. B. O financiamento do investimento público no sistema de drenagem urbana de águas pluviais no Brasil. RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico, v. 17, n. 31, 2015.

MARCONDES, Ricardo Augusto de Castro. Estudo do uso das tubulações de PEAD em sistemas de distribuição de água no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2016.

PEREIRA, J. G. 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 (Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2019.

SUDERHSA-PR, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Governo do Estado do Paraná. Manual de Drenagem Urbana. Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu_versao01.pdf> Acesso em: 8 mai. 2021.

TIGRE-ADS. Catálogo de Tubulações Corrugadas: Soluções em Tubulações Corrugadas de PEAD. 2017. Disponível em: <http://www.tigreads.com/Content/uploads/arquivos/CATALOGO-GERAL-TIGRE-ADS2016_56c977fdeb93-4cf5-8a68-b1b067a3fda7.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.



AYA EDITORA
2021