



COMPARATIVO ENTRE TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD) E TUBOS DE CONCRETO EM DRENAGEM URBANA

**Luciano Bruno VIDAL
Gustavo Pimentel CANUTO
Msc. Hugo Cardoso ESTEVES**

RESUMO

O material polietileno de alta densidade, mais conhecido por PEAD, tem sido a cada dia mais utilizado, mostrando sua eficiência e vantagens comparado ao tubo de PVC comum. O objetivo central deste trabalho é mostrar suas aplicações, vantagens, comparativos e viabilização na execução de projetos de drenagem urbana. Propõe-se assim uma análise de estudo de caso com o tubo PEAD em comparação ao tubo de concreto, levando em conta custos financeiros, trabalhabilidade, execução, eficiência e durabilidade. Nos dias atuais o material mais utilizado para obras de drenagens urbanas é o concreto, por se tratar de material de fácil acesso e mão de obra simples, porém, o tubo PEAD vem tomando muito espaço por se mostrar um material mais versátil, com melhor eficiência na obra, que proporciona mais flexibilidade e produtividade. Além disso é um material ecológico que não danifica o meio ambiente e que pode ser reciclado, possui também uma maior eficiência hidráulica o que contribui para um encurtamento da diferença de preços dado a possibilidade de reduzir-se o diâmetro da tubulação na rede de drenagem quando se é adotado o uso do PEAD, além disso é demonstrado no trabalho que o investimento é vantajoso quando se pensa em durabilidade do material, sendo a vida útil do PEAD igual a duas vezes a do tubo de concreto convencional.

Palavras Chave: PEAD, meio ambiente, ecológico, concreto, drenagem

ABSTRACT

The high density polyethylene material, better known as HDPE, has been increasingly used, showing its efficiency and advantages compared to common PVC pipe. The main objective of this work is to show its applications, advantages, comparatives and feasibility in the execution of urban drainage projects. It is therefore proposed a case study analysis with HDPE pipe compared to concrete pipe, taking into account financial costs, workability, execution, efficiency and durability. Nowadays, the most used material for urban drainage works is concrete, because it is an easily accessible material and simple workmanship, however, the HDPE pipe has been taking up a lot of space because it is a more versatile material, with better efficiency. work, which provides more flexibility and productivity. In addition, it is an ecological material that does not harm the environment and can be recycled, it also has greater hydraulic efficiency, which contributes to a shortening of the price difference, given the possibility of reducing the diameter of the pipe in the drainage network when if the use of HDPE is adopted, the work also demonstrates that the investment is advantageous when considering the durability of the material, with the useful life of HDPE equal to twice that of the conventional concrete tube.

Keywords: HDPE, environment, ecological, concrete, drainage

Introdução

Desde sempre os núcleos urbanos seguindo o princípio que rege a natureza biológica humana direciona há uma constatação já conhecida por diversos estudiosos, de que as formações de núcleos populacionais urbanos ou rurais, sempre se dá por locais próximos aos cursos d'água, de forma a suprir necessidades da subsistência humana, seja para irrigação agrícola, consumo, e outras diversas atividades econômicas (Costa, 2006).

Com esse direcionamento da humanidade, e interferências antrópicas, a ocorrência de inundações periódicas, principalmente em áreas baixas, beira de córregos, fundo de vales, ou onde a topografia é desfavorável no contexto em que se insere, começaram a chamar atenção de pesquisadores e do poder público propriamente dito, pois começava-se a olhar diferente para questões relacionadas a salubridade urbana. (Luciano, 2022)

Pois bem, com o crescimento desordenado e a formação das cidades de maneira desordenada e sem regramentos eficientes, as cidades se tornaram grandes áreas impermeáveis (Metzker, Carvalhido, 2020), ocasionada pela falta de solo permeável e alta taxa de ocupação pelas construções.

Com o surgimento dessa problemática estabelece-se então diretrizes nacionais para o saneamento básico através da lei 11.445 de 2007 (Lei Federal de Saneamento Básico), tendo como princípio fundamental o direito a saneamento básico que compreende além de serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas que no sentido imposto pela lei se trata de conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas; investimentos em drenagem urbana (Brasil, 2007).

Em 2020 com foi promulgado o novo marco do saneamento por meio da lei 14.026/2020, reforçando o objetivo universalizar os sistemas de saneamento básicos

(Brasil, 2020), afim de preservar a saúde pública de todos, dar uma boa qualidade de vida, aumentar a eficiência e a produtividade humana .

Dessa forma os dispositivos de drenagem pluviais buscam dar direcionamento correto à água, evitando alagamentos e enchentes, bem como degradação intempestiva dos pavimentos urbanos (Ceres, 2008).

Além das várias problemáticas as cidades devem buscar da melhor forma, investir recursos para garantir um desenvolvimento sustentável, e garantir que os diversos aspectos de qualidade das águas associadas à drenagem urbana sejam preservados. Os dispositivos de drenagem podem ser definidos em dois grupos, sendo os de micro drenagem, onde as águas superficiais são coletadas através das bocas de lobo e congêneres, que após coletadas são destinadas ao segundo grupo, que são os sistemas de macrodrenagem, que nada mais são do que canais a céu abertos ou galerias de águas pluviais, há também em alguns casos a necessidade de dissipar a energia das águas coletadas, afim de evitar problemas ambientais, como erosão do solo ou assoreamento de cursos d'água, essa quebra de energia é realizada através de equipamentos dissipadores de energia (Guedes, 2019).

Na atualidade é usual em redes de drenagem dentre todo o rol de materiais, as tubulações em concreto, que vem cada vez mais ganhando espaço nas cidades por serem resistentes, duráveis e possuir um processo de fabricação simples, no entanto se destaca também a utilização de tubos Corrugados de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), pela sua versatilidade na instalação, transporte e produtividade. Partindo dessa premissa ser apresentado um comparativo entre a utilização dos dois materiais, PEAD e concreto, em um contexto comparativo, afim de se atestar a viabilidade da adoção dos tubos de PEAD em drenagem urbana.

Este trabalho foi desenvolvido afim de se determinar a viabilidade da adoção de tubos de polietileno de alta densidade (PEAD) em sistemas de drenagem urbana, como alternativa a utilização da tubulação de concreto convencional, a partir de análises das características físicas do material e do sistema, e comparativo entre os dois materiais. Dentre os objetivos específicos estão:

- Realizar a análise de desempenho dos sistemas de drenagem com adoção de tubulação de PEAD;
- Realizar a análise de desempenho do sistema de drenagem com adoção de tubulação de Concreto convencional;

- Apresentar uma análise comparativa entre os sistemas;
- Apresentar projeto de drenagem com a adoção dos dois sistemas nas mesmas condições, e ressaltar a viabilidade financeira.

Serão apresentados capítulos na seguinte ordem: 1. Introdução a respeito do uso de PEAD em drenagem Urbana, pontuando assuntos inerentes ao meio ambiente, fabricação, indústria e crescimento comercial. Capítulo 2. Aspectos comerciais no âmbito da construção civil, e a ampla utilização da tubulação de concreto e como o PEAD vem tomando espaço. Capítulo 3 – Apresenta os materiais e métodos da pesquisa, destacando características dos materiais, aspectos construtivos, técnicas de instalação, análise econômica, e elaboração de projeto modelo com a aplicação dos dois sistemas. No Capítulo 4, serão apresentados os resultados obtidos no estudo e uma tabela comparativa entre os dados conclusivos. por fim um comparativo afim de se determinar a viabilidade técnica e econômica. O Capítulo 5 trata-se de comentários finais e sugestões para pesquisas futuras. E por fim o capítulo 6, detalha as referências bibliográficas utilizadas como base para esse estudo.

Desenvolvimento

Este capítulo aborda a revisão de literatura da pesquisa sobre aspectos comerciais e a ampla utilização da tubulação de concreto e como o PEAD vem se comportando na engenharia civil, para tal serão elencados tópicos, contextualizando sobre a fabricação, meio ambiente, comercialização, e utilização, dos dois materiais.

História das tubulações de Concreto:

Os primeiros relatos da utilização de tubos de concreto são datados de 1800 D.C. quando os construtores da época aplicavam os princípios de drenagem e esgotamento nas cidades. Ao observar essas estruturas é possível constatar o quão

durável era o concreto empregado, que era visto como substituído da pedra natural, amplamente difundida na construção civil antiga.

Explorações arqueológicas em algumas construções da Antiguidade permitiram a localização de interessantes obras de saneamento, tais como evidências arqueológicas, as quais comprovam que babilônicos no ano de 3750 a.c. já utilizavam coletores de esgoto na cidade de Nipur, os egípcios por sua vez no ano 2750 a.c.

Uma das obras mais intrigantes que podem ser citadas é a Cloaca Máxima (em tradução literal “Maior Esgoto”), que se trata de um dos mais antigos sistemas de esgoto do mundo, localizado na cidade de Roma na Itália, com o objetivo de drenar os dejetos e pântanos das ruas da cidade, já que a população despejava os esgotos na rua, segundo Hopkins (2007), a obra teria sido construída por volta de 600 a.c. no reinado de Tarquínio Prisco. É possível observar na figura 1. abaixo a estrutura da Cloaca em 2007, que passou por diversas manutenções ao longo de seus mais de 2.600 anos



Figura 1 – Interior da Cloaca Máxima nos dias atuais

Fonte: Jonh N.N. Hopkins, THE CLOACA MAXIMA AND THE MONUMENTAL MANIPULATION OF WATER IN ARCHAIC ROME - 2007

Com o passar dos anos, a consciência dos governantes sobre a importância do saneamento básico começa a saltar de patamar, e com a evolução da tecnologia

e expansão industrial já no século XIX, quando houve um período de consolidação política, proporcionaram o surgimento das primeiras indústrias de tubos de concreto. Segundo Matos (2003), o inglês William Lindley, foi encarregado de planejar e projetar em 1842, em Hamburgo na Alemanha, um sistema de esgoto separado da galeria de águas pluviais. Lindley também colaborou no projeto de águas residuais da cidade de Sidney, na Austrália.

Já no continente americano as primeiras obras conhecidas que adotaram o sistema de drenagem de águas pluviais construído com tubos de concreto fabricados, onde empregaram tubulações de pequenos diâmetros desenvolvidos na Holanda na década de 1830 e introduzidas no mercado americano em 1840.

Em 1867, o francês Joseph Monier imaginou usar o cimento, cujas propriedades começavam a ser conhecidas de modo corrente, e para utilizar paredes finas ele teve a ideia genial de torná-lo fibroso, incorporando uma tela metálica, nascendo então o tubo de concreto armado (Thomaz, 2012).

Com o decorrer das décadas alguns fatores aceleraram a construção de redes de esgoto no mundo, podendo ser citada a epidemia de Febre Amarela em 1873 que se originou na cidade de Memphis, Tennessee, EUA, forçando a construção de sistemas de esgoto até 1880 nas vinte maiores cidades americanas da época. Na Europa a epidemia de Cólera Asiática, que se inicia na Inglaterra, acelerou os investimentos em obras de rede de esgotos na segunda parte do século XIX, a partir de 1854.

Em 1880 é perceptível o desenvolvimento de mercado, mobilizando o crescimento da indústria de tubos de concreto, no período de 1880 até 1930, avanços importantes foram registrados, como a modernização de projetos e desenvolvimento de técnicas de construção para rede de esgotos e galerias de águas pluviais, tanto na sua aplicação quanto na fabricação, é nesse período também que surge a necessidade de desenvolvimento de teorias hidráulicas, e conceituação das cargas atuantes nos tubos, edição de normas e materiais literários sobre o assunto. Em 1883, Osborne Reynolds introduziu o mais importante número adimensional da mecânica dos fluidos, hoje conhecido como Número de Reynolds. Em 1889 Robert Manning apresentou ao *Institution of Civil Engineers of Ireland* o paper *On the flow of water in open channels and pipes*, onde mostrava o que viria a ser

conhecida como Expressão de Manning, que comprovou a existência do escoamento livre, sendo essa expressão recomendada para uso internacional em 1936 pelo Executive Committee do 3º W. P. Conference, Wash. D.C., que é difundida como uma das principais formulas, pelas universidades nos dias atuais. Além de outros autores importantes como Bazin - 1897, Hazen and Willians – 1902, Scoby – 1920, e Yornell, Nagher e Woodward – 1926.

Seguindo esse período de pesquisas e estudos, começa-se a pensar em qualidade, com isso o surgimento de normas, em 1898 com a fundação da ASTM – American Society for Testing and Materials, é criado o comitê C4 que foi o primeiro comitê a tratar sobre tubos de concreto, em 1907 foi formada nos Estados Unidos a Interstate Cement Tile Manufactures Association que em 1914 passou a ser denominada ACPA – American Concrete Pipe Association, e 10 anos depois, em 1924 segundo a Associação foi executado o primeiro teste à compressão diametral em um tubo de concreto de 700 mm x 1,50 m pela Companhia Americana de Produtos de concreto, em Neville Island.

Foi a partir de 1930, com um avanço na industria de tubos de concreto, que o crescimento da produção começa a aumentar significativamente, passando por períodos de crises economicas e pelos efeitos colaterais da 2ª Guerra Mundial, a produção de tubos que estava em 2 milhões de toneladas/ano, dobra para 4 milhões/ano até o ano 1950, chegando a uma produção de 10 milhões de toneladas/ano até 1970 (ACPA, 1980)

Como não haviam dados históricos e estudos que comprovassem a durabilidade das tubulações de concreto no decorrer da passagem dos anos, foi iniciada em 1929, uma inspeção e analise de desempenho de tubos instaladas desde 1906, em 43 cidades americanas, 191 sistemas de esgoto e um total de 24 milhões de tubos de concreto instalados entre 1906 e 1929, ou seja, tubos com idades de até 29 anos, os quais demonstraram resultados extremamente satisfatórios se comparado aos tubos em estado de novo. Com esse novo panorama, a aceitação dos tubos pelo mercado começa a aumentar, e o avanço tecnológico proporciona novos métodos e aperfeiçoamento dos sistemas com tubos de concreto, como por exemplo a introdução de junta de borracha em 1950 em substituição a argamassa, afim de impedir vazamentos de esgoto decorrente de vibrações e movimentações de solo ou pequenos tremores, e nos anos 60 são

introduzidos novos equipamentos de manuseio e produção, aumentando a capacidade produtiva e qualidade dos tubos.

A aceitação no mercado americano é de suma importância a ponto de produzir 20 milhões de toneladas de tubos entre 1930 e 1980. Na Europa, como consequência da crise continental dos últimos anos da década de 1980 a 1995, o comércio de tubos de concreto foi prejudicado. As empresas de tubos de concreto têm exigido que os fabricantes de equipamentos desenvolviam máquinas que permitam maior flexibilidade na redução da espessura das paredes de concreto, reduzindo assim a mão de obra na produção de tubos com variação de diâmetros (Chama Neto, 2004)

No Brasil, foi criada em 2001 a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto (ABCT), com o apoio da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), dessa forma é compreensível que até hoje os tubos são fabricados normalmente por empresas do ramo de concreto, com isso o controle de qualidade do tubo aumenta significativamente, em decorrência da rigorosidade na fabricação do concreto. Nos dias de hoje o uso de tubos de concreto é amplamente difundida no Brasil, principalmente em grandes obras de sistemas de Esgoto e obras quaisquer de Drenagem Urbana.

História do Polietileno:

Sintetizado acidentalmente pela primeira vez em 1898 pelo químico Hans Von Pechmann ao aumentar a temperatura do diazometano. A substância de aspecto ceroso não possuía aplicação comercial ou industrial e foi classificada como uma longa cadeia de CH_2 e nomeado de "polimetileno". Somente 41 anos depois no Reino Unido, em 1939, descobriu-se por pesquisadores do ICI Chemicals uma síntese de eteno e benzaldeído sob elevada pressão (Suzuki, 2009)

Uma das primeiras aplicações do polietileno foi na segunda guerra mundial em fabricação de eletrodutos e conduítes. Substituiu a borracha em isolamentos elétricos e como revestimento de equipamentos para torna-los mais leves e práticos de serem transportados em aviões. Na produção de tubos foi utilizado para

transportes em baixas pressões no meio rural. Esteve presente no crescimento da indústria de petróleo a qual demandava tubos leves, resistentes e flexíveis.

O reconhecimento do sucesso logo fez com que os tubos fossem utilizados na distribuição de gás natural nas redes industriais e residenciais. A possibilidade de solda eletro e térmicas aliada com a flexibilidade que permitia a comercialização de bobinas de 100m em diâmetros comuns, garantia maior confiabilidade nas operações de transporte de gás e água.

As tubulações de PEAD passaram por várias modificações de suas propriedades químicas ao da sua evolução, devido ao surgimento de novas tecnologias das resinas e dos processos produtivos, que ocasionaram a edição de novas normas e padronizações. Atualmente com toda essa evolução nas propriedades das resinas, aditivos e extrusão dos tubos, as tubulações são bem diferentes daquelas produzidas décadas atrás. Os primeiros tubos de polietileno com dados utilizados em sistemas de abastecimento de água foram instalados no início da década de 1960. Desde então, há relatos de cidades e empresas optando por utilizar o PEAD como matéria-prima para seus tubos. Em 1985, um forte terremoto atingiu a cidade de Kobe, no Japão, destruindo meio milhão de casas e matando cerca de seis mil pessoas. As tubulações de gás de ferro e aço também foram destruídas, enquanto a maioria das tubulações de PEAD permaneceu intacta (Seminários PIPA, 2006). Então, a já esperada capacidade dos tubos de polietileno de suportar deformações e tensões devido à flexibilidade e ao uso de soldas termo plásticas foi comprovada na prática, de modo que apenas tubos de polietileno foram usados para distribuição de gás durante a reconstrução da cidade. A cidade de Londres, que tem uma rede de distribuição de água muito antiga, cerca de metade com mais de 100 anos e um terço com mais de 150 anos, a maioria de ferro fundido, implementou um grande programa em 2006 por meio de sua licenciada Thames Water, com comprimento total de 1600 km (Borouge PTE, 2007). O polietileno foi escolhido como material de substituição, que chegou a ser utilizado em campanhas publicitárias para apresentar o programa e conscientizar e educar as pessoas, como símbolo de prevenção de resíduos e tecnologia de distribuição de água. O polietileno foi escolhido como material de substituição, que chegou a ser utilizado em campanhas publicitárias para apresentar o programa e conscientizar e educar as pessoas, como símbolo de prevenção de resíduos e tecnologia de distribuição de

água. Um cartaz foi usado como propaganda de um prestador de serviços na Inglaterra mostrando um tubo de PEAD azul e explicando seus principais benefícios conforme imagem a seguir.



Figura 2 – Propaganda tubo PEAD azul
Fonte: PIPA Seminars Australia - 2007

Tubo de concreto

A execução de obras de drenagem é regulamentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 15645 que estabelece os requisitos exigíveis para execução de obras de drenagem de águas pluviais com tubos pré-fabricados de concreto, devendo essa execução seguir as seguintes etapas:

Escavação da vala

As valas devem ser escavadas seguindo a linha do eixo (Figura 1), sendo respeitados os alinhamentos e as cotas indicadas no projeto e devem ser abertas no sentido de jusante para montante, a partir dos pontos de lançamento.

Figura 1. Vala para assentamento de tubos



Fonte: Terrana Asfalto, Brasília, Distrito Federal - 2017- Disponível em terrenaasfaltos.com.br

Assentamento dos tubos

Na fase de assentamento, os tubos devem estar limpos internamente e sem defeitos. Após o encaixe dos tubos, é necessário isolar as juntas com argamassa (Figura 3) comum ou com manta geotêxtil, infiltrações.

Figura 3. Assentamento dos tubos



Fonte: Terrana Asfalto, Brasília, Distrito Federal Disponível em terrenaasfaltos.com.br

Reaterro da vala

O reaterro da vala é importante não só para a tubulação, mas também para o pavimento que está sendo executado acima da rede de drenagem, visto a possibilidade de adensamento do solo quando a compactação é inadequada. A NBR 15645 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008), recomenda utilizar o mesmo solo que foi retirado durante a escavação escavado, desde que apresentem as propriedades adequadas, devendo ser executado inicialmente o enchimento lateral da vala, em camadas de espessura 20 cm, observando a umidade ótima do solo, atingindo altura mínima de 60 cm acima do tubo. Em seguida, o reaterro deve ser feito em camadas de 20 cm, compactado com equipamento manual ou mecânico.

Tubo de PEAD

Os tubos de drenagem corrugados de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) possuem benefícios de durabilidade, eficácia, produtividade sendo um material muito

resistente, utilizado inicialmente por volta de 1950, com vida útil estimada em 50 anos, com diâmetro comercial de 10 cm até 150 cm.

No Brasil, os tubos de PEAD são fabricados de acordo com as normas vigentes, seguindo os padrões exigidos pela NBR ISO 21138-3 e ainda estamos homologados de acordo com os padrões SABESP, seguindo também as exigências da NTS 198, ou padrão COMPESA NTC011 e ainda respeitando as exigências na COPASA.

A NBR ISO 21138-3 entrou em vigor em Maio/2016 e define padrões de fabricação e ensaios de qualidade para os tubos corrugados para esgoto e drenagem de águas pluviais para redes não pressurizadas. A NTS 198 apresenta algumas restrições, mas está de acordo com a NBR, sendo exigida apenas para redes de esgoto não pressurizados.

Seguindo os mesmos passos para execução, o tubo de PEAD se destaca pelas sua instalação extremamente simples se comparada aos tubos de concreto, necessitando de um cobrimento e de uma vala menor do que as executadas para instalação dos tubos de concreto, correspondendo a uma produtividade maior visto que os tubos de concreto necessitam de maquinários mais pesados e são vendidos em peças de 1,00 m e 1,50m usualmente, enquanto os tubos de PEAD são vendidos em peças de 6,00 m ou 12,00 m de comprimento, além de ser até 30 vezes mais leves que as tecnologias atuais (Tigre-ADS 2017).

Eficiência Hidráulica

A parede interna lisa da tubulação de PEAD garante um bom desempenho hidráulico, sendo considerado uma rugosidade inferior com Coeficiente de MANNING adotado no valor de “ $n=0,010$ ”, dessa forma é possível reestudar as declividades de terreno, que podem ser redimensionadas.

Instalação

O encaixe da tubulação deve ser executado de forma que não danifique a bolsa do material, recomenda-se cortar um pedaço de uma ponta de um tubo, aproximadamente 50cm, e utiliza-la encaixando na bolsa onde a alavanca será realizada, evitando assim contato direto com a bolsa (Figura 4) .

Figura 4. Instalação do tubo de PEAD



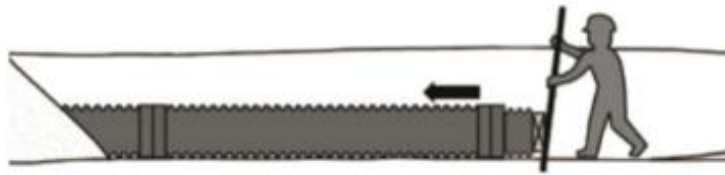
Fonte: Catalago técnico Produtos Tigre - tigre-ads.com/brasil/produto/tubos-de-pead-drenpro/

De acordo com os diâmetros existem três métodos recomendados para instalação das tubulações em PEAD:

Método de Instalação de Alavanca e Barra de Ferro:

Indicado para instalação de tubulações com diâmetro de até 450 mm, é executado conforme esquema da Figura 5.

Figura 5. Método de alavanca

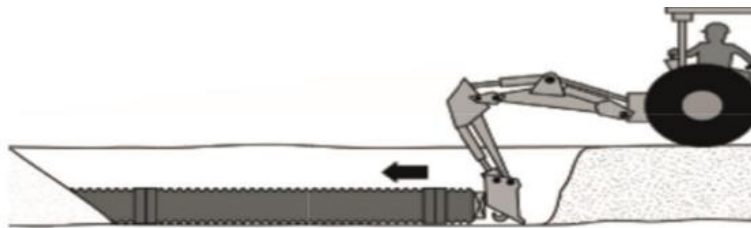


Fonte: Tigre - ADS (2017)

Método de Instalação com Escavadeira

Indicado para instalação de tubulações com diâmetro a partir 600 mm, é executado conforme esquema da Figura 6.

Figura 6. Método com escavadeira

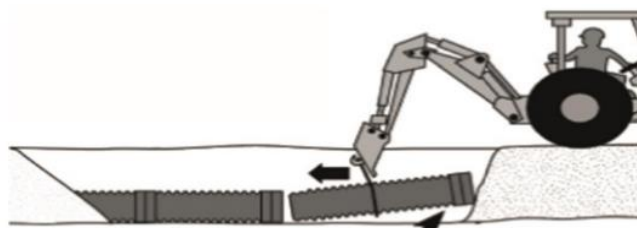


Fonte: Tigre - ADS (2017)

Método de Instalação com Escavadeira e Cinta:

Indicado para instalação de tubulações com diâmetro a partir de 600 mm, é executado conforme esquema da Figura 7.

Figura 7. Método com escavadeira e cinta



Fonte: Tigre - ADS (2017)

Considerações Finais

Conforme dados obtidos com fabricantes e as bibliografias estudadas, chegou-se aos seguintes resultados, sintetizados nas tabela 1, 2 e 3:

Tabela 1. Comparativo entre tubos de Concreto x PEAD

CARACTERISTICA	PEAD	CONCRETO
Flexibilidade	Alta	Não flexível
Resistência contra quebra	Alta	Baixa
Método de Instalação	Furo Direcional, Perfuração por percussão e cravação, Substituição por arrebentamento para recuperação e ampliação do sistema, Substituição por um novo tubo para a recuperação do sistema	Escavação Mecanizada ou Manual
Custo por m	R\$ 1.541,40	R\$ 658,88
Custo por ano de vida útil	R\$ 20,55	R\$ 21,96
Produtividade	Pode chegar a 80 % maior que o concreto, sendo perceptível maior produtividade com relação ao concreto, em diâmetros maiores (1,83 m/h D=1,50m)	Em diâmetros menores, como o tubo de 0,5 m, a desvantagem em relação ao PEAD cai para cerca de 39%, (1,0 m/h D=1,50m)
Comprimento do Tubo	6 metros	1 a 1,50 metros
Vida Útil	75 anos	30 anos

Peso	1200 mm = 40 kg/m	1200 mm = 1360 kg/m
Quanto a Deformação	1200 mm = 24 tubos	1200 mm = 144 tubos
Recobrimento	Diâmetros de tubo de 100 a 1200 mm instalados em áreas de tráfego deverão ter pelo menos (0,3 m) de recobrimento sobre a geratriz do tubo, ao passo que tubos de 1500 mm deverão ter pelo menos 0,6 m de cobertura.	Recobrimento mínimo de 1,5 vezes o diâmetro da tubulação acima da geratriz superior da canalização

Fonte: Autor - 2022

Tabela 2. Composição de custos instalação de Tubos de PEAD

composição de custos PEAD (REF: CDHU 186)				
46.13.107	Tubo em polietileno de alta densidade corrugado, DN/DI= 1200 mm	M	1	R\$ 1.541,40
B.01.000.010118	Encanador	H	0,05	R\$ 12,44
B.01.000.010119	Ajudante de encanador	H	0,05	R\$ 8,53
O.03.000.062697	Tubo em polietileno de alta densidade corrugado para drenagem, ponta/bolsa/anel de vedação, SN4, DN/DI = 1200 mm, ref. KNTS da Kanaflex, Tigre ADS ou equivalente	M	1,03	R\$ 1.495,49

Fonte: Adaptado de CDHU Boletim 186 - 2022

Tabela 3. Composição de custos instalação de Tubos de Concreto

composição de custos CONCRETO (REF: CDHU 186)				
46.12.140	Tubo de concreto (PA-1), DN= 1200mm	M	1	R\$ 658,88
B.01.000.010139	Pedreiro	H	2	R\$ 10,38
B.01.000.010146	Servente	H	4	R\$ 8,53
B.02.000.020508	Cimento CII-E-32 (sacos de 50 kg)	KG	15,3	R\$ 0,61
B.04.000.020503	Areia média lavada (a granel caçamba fechada)	M3	0,0357	R\$ 131,34
O.13.000.060206	Tubo de concreto (PA-1) DN= 1200mm	M	1	R\$ 539,92

S.01.000.080351	Guindauto MUNCK M-640/18 com lança telescópica capacidade 3750 kg	H	0,2	R\$ 250,29
-----------------	---	---	-----	------------

Fonte: Adaptado de CDHU Boletim 186 - 2022

Significa que em 75 anos, vida útil estimada para tubulação PEAD, se comparada a um sistema convencional que utiliza tubos de concreto se demonstra viável, visto que no decorrer desses anos possivelmente o sistema convencional já terá passado por no mínimo duas substituições equivalendo por tanto ao dobro do investimento quase se equiparando ao investimento em tubulações de PEAD.

Todavia é necessário analisar o cenário comercial já que para iniciativa privada pode não ser atrativo economicamente uma vez que representa cerca do dobro do investimento sendo necessária a atuação do poder público no incentivo e regulamentação da utilização do tubo de PEAD em empreendimentos habitacionais, como por exemplo um loteamento residencial.

Vale ressaltar que a comparação apresentada é conservadora pois os diâmetros confrontados são iguais.

Analisando questões técnicas relacionadas a execução de obras de drenagem com dois diferentes materiais, foi possível observar que apesar do concreto ser o material mais usual para tal fim, o PEAD se demonstrou mais ágil, tanto na quantidade de mão de obra necessário, transporte mais fácil e que dado as dimensões e pesos da peça possibilita uma maior quantidade por viagem, bem superior à do concreto, tendo em vista tudo isso é possível afirmar sem um estudo mais aprofundado que a utilização de PEAD é importante aliada da produtividade, reduzindo expressivamente o tempo de execução de uma obra.

Já em relação ao custo, é possível observar que o investimento na obra é de 233 % maior para obras que adotam o sistema com PEAD, no entanto vale ressaltar que fazendo um estudo mais aprofundado é possível diminuir o diâmetro da tubulação quando se trata da utilização do PEAD, visto que o mesmo possui uma eficiência hidráulica superior, ainda sim, haja visto a desvantagem econômica no investimento inicial, é possível concluir que em se tratando de comparativo entre tubos de mesmo diâmetro, o PEAD, proporciona um vida útil de cerca de 125 % maior que a tubulação de concreto, acarretando um ganho nas manutenções ao

longo dos anos, representando um economia de 6% com a adoção de PEAD, portanto enquanto uma rede executada em PEAD a 75 anos, terá em teoria que ser substituída, já a mesma rede se executada em concreto, já terá passado por 2 substituições e estará no meio da vida útil da 3ª substituição. Vale ressaltar que essa é uma análise conservadora, sendo o próximo passo executar projetos com dimensionamento de cada sistema, afim de se obter os custos mais próximos da realidade.

Referências

TIGRE, Catalogo de produtos disponível em: https://www.tigre-ads.com/brasil/O_que_é_PEAD?, **ECOPIPE** Revista eletrônica <https://www.ecopipe.com.br/pead/polietileno-pead/>

Fernanda M. B. Coutinho, Ivana L. Mello, Luiz C. de Santa Maria Instituto de Química, UERJ

Polietileno de Alta Densidade (PEAD), **GEDEL PLASTICOS** <https://gedelplasticos.com.br/artigos/pead-polietileno-de-alta-densidade/>

Analysis of the use of light galleries in urban stormwater drainage, **UNIVERSIDADE FEDERAL DE DOURADOS**, Julia Duarte Machado , Agleison Ramos Omidó, artigo científico

RELVAS, Fernando. J. Galerias de drenagem de águas pluviais com tubos. Revista Techne (Editora Pini), edição 93. 2004. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenhariacivil/93/artigo287353-1.aspx>. Acesso em: 06 de março de 2017.

BRASIL. Lei Federal de Saneamento Básico nº11.445. Brasília, DF, janeiro 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em: 06 de março de 2017.

Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto, ABTC. Folder Institucional ABTC. 2014. Disponível em: <https://www.abtc.com.br/site/downloads.php>. Acesso em 10 de março de 2018