

Análise do uso de galerias leves na drenagem pluvial urbana **Analysis of the use of light galleries in urban stormwater** **drainage**

Julia Duarte Machado¹, Agleison Ramos Omido²:

juudmachado@gmail.com¹; AgleisonOmido@ufgd.edu.br²

RESUMO - Este artigo tem como objetivo realizar uma análise dos métodos construtivos para execução de obra de drenagem de águas pluviais no município de Vicentina-MS, no distrito Vila Rica. O estudo foi estruturado com base no projeto executivo da obra e literaturas relacionadas ao assunto. O estudo de caso busca analisar a eficiência de uma solução diferente dos métodos mais comuns, mostrando técnica e financeiramente a solução apresentada para a necessidade do local. A obra em questão possui trechos com nível de lençol freático elevado, por isso métodos tradicionais não são indicados e a opção foi o uso de galerias leves. Nesta análise comparamos o uso de tubulações de polietileno de alta densidade (PEAD) e tubulações de concreto. Os resultados mostram que a tubulação em PEAD, que provoca menor recalque por ter menor peso, apesar do custo 25,08% maior que a de concreto, é a solução técnica indicada, visto as condições do local da obra.

Palavras-chave: Drenagem; PEAD.

ABSTRACT – This article aims to perform an analysis of the construction methods for the execution of rainwater drainage works in the municipality of Vicentina-MS, in the Vila Rica district. The study was structured based on the project's executive project and literature related to the subject. The case study seeks to analyze the efficiency of a solution different from the most common methods, technically and financially showing the solution presented for the need of the site. The work in question has sections with elevated water table level, so traditional methods are not indicated and the option was the use of light galleries. In this analysis we compare the use of high density polyethylene (HDPE) pipes and concrete pipes. The results show that the HDPE pipe, which causes lesser value per weight lower, despite the cost of 25.08% higher than concrete, is a digital fixing system, as the conditions of the site.

Keywords: Drainage; HDPE.

1. INTRODUÇÃO

Desde o princípio da escolha para a formação das cidades, constata-se a busca por locais próximos aos leitos d'água, de forma a suprir necessidades, como o consumo humano, dessedentação animal, irrigação agrícola e transporte. Em contrapartida à essa disponibilidade de água, o que sempre preocupou essas populações era a ocorrência de inundações periódicas, principalmente nas áreas baixas, onde habitavam as populações mais desfavorecidas da Idade Média (BARROS, 2014).

Na época também não existiam sistemas de captação de esgoto, o que despertava preocupações em relação à insalubridade urbana. Devido à velocidade do rápido crescimento populacional, observou-se uma grande e rápida ocupação do solo, tornando-o impermeável, e consequentemente, impedindo a infiltração de água e aumentando o escoamento superficial (JUSTINO, 2011). Como solução para essa problemática, tem-se a necessidade de investimentos em drenagem urbana, que é um dos serviços oferecidos em um sistema de saneamento básico, essencial ao funcionamento das cidades.

Um sistema de saneamento básico busca dar diretrizes que tem como objetivo preservar a saúde pública de todos, melhorando a qualidade de vida, a

produtividade do homem e as atividades econômicas. Os conjuntos oferecidos por esse serviço enquadram infraestrutura de tratamento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana (Lei Federal de Saneamento Básico nº 11445/2007). Esses conjuntos interagem entre si como um ciclo, sendo necessária a boa funcionalidade de todas as partes.

A drenagem pluvial busca dar direcionamento correto à água presente no solo e nas águas oriundas da chuva, para que a mesma não interfira nas possíveis obras seguintes, como por exemplo, a pavimentação asfáltica. Sendo assim, para um desenvolvimento sustentável das cidades, é de extrema importância essa preocupação com os diversos aspectos de qualidade das águas associadas à drenagem urbana.

Os sistemas mais comuns de drenagem transportam as águas superficiais coletadas nos dispositivos de microdrenagem através das bocas de lobo, destinando as mesmas aos sistemas de macrodrenagem, constituídos de canais abertos ou de condutos fechados (galerias), podendo ser implantados algumas obras complementares, como dissipadores de energia e bueiros.

As tubulações utilizadas podem ser de diferentes materiais: Concreto, Corrugado de Polietileno de alta densidade (PEAD), Policloreto de polivinila (PVC), Argila, Cobre, entre outros (RELVAS, 2004).

As tubulações de concreto, Figura 1, são as mais utilizadas, com eficácia de custo e de resistência. As deformações sofridas por esse material devido à compressão diametral pode ser de até 0,1% no seu diâmetro (CHAMA, 2003).

Figura 1. Tubulação de concreto

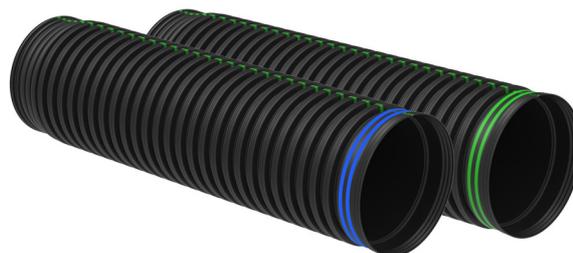


Fonte: (NUNES, 2018)

Geralmente os diâmetros nominais (DN) vão de 40 cm até 150 cm. A nomenclatura desse material depende da sua armação, podendo ser Tubulação Pluvial de Concreto Simples (PS) ou Tubulação Pluvial de Concreto Armado (PA). Na abreviação “P” representa a função pluvial do tubo, “S” quando o tubo é de concreto simples ou “A” quando o tubo é de concreto armado. O nome também é acompanhado de um número, onde a maior numeração corresponde a uma maior resistência de carga por ele suportada. Outro acréscimo à nomenclatura é “PB”, que significa Ponta e Bolsa, referente ao tipo de encaixe existente nas aberturas do tubo (ABTC, 2014).

Os tubos de drenagem corrugados de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Figura 2, possuem benefícios de durabilidade, eficácia, produtividade sendo um material muito resistente (TIGRE, 2018).

Figura 2. Tubulação PEAD



Fonte: (TIGRE, 2018)

Seus diâmetros comerciais, por serem utilizados em diferentes funções, variam muito, podendo ser de diâmetro de 10 cm até 150cm. São resistentes às piores condições meteorológicas e apresentam baixo coeficiente de rugosidade, o que leva vantagem no uso em coleta de águas pluviais por aumentar a velocidade de escoamento, podendo até serem dimensionados em menor diâmetro, se comparado às tubulações de concreto, por exemplo. Eles possuem parede dupla, corrugados na parte exterior e superfície lisa na parte interior, proporcionando excelente desempenho hidráulico. A capacidade de deformação a partir de compressão diametral desses tubos, também chamados de flexíveis pode atingir até 3,0% do diâmetro (CHAMA, 2003). Segundo a NORMA DNIT 093/2016 – EM

(BRASIL, 2016), os tubos podem ser fornecidos em barras de 6,0 metros ou 12,0 metros.

Já os tubos de drenagem de Policloreto de polivinila (PVC), Figura 3, se beneficiam de um baixo preço, material resistente e facilidade de manejo, pois não há necessidade de soldagem. Como desvantagens pode-se citar o fato de que eles são rígidos e inflexíveis.

Figura 3. Tubulação PVC



Fonte: (FERSIL, 2018)

Quanto a execução, a presença de águas freáticas é um obstáculo para a adequada colocação e compactação do material de suporte e do preenchimento. Por isto, é muito importante conservar a vala seca durante a instalação. Essa conservação da vala seca pode ser alcançada através da utilização de bombas, ponteiros, drenos ou colocação do reforço de drenagem.

Nesses casos em que apenas a drenagem através de galeria não são o suficiente, o reforço de drenagem surge na função de filtro, para a água que percola no

solo. Esse filtro, que segue os princípios de Terzaghi, é composto por material de maior granulometria que o do solo em questão, geralmente brita ou areia, para aumentar o coeficiente de permeabilidade e facilitar o caminho da água por ele, dando destinação correta sem prejudicar a funcionalidade da drenagem do local (PINTO, 2006).

Também pode ser utilizado como reforço de drenagem a manta geotêxtil, também chamada de “manta bidim”, que é constituído basicamente de fibras de alta tenacidade de poliéster ou polipropileno. As principais funções desse material, quando aplicado na drenagem de águas pluviais, são: filtragem; drenagem; separação de materiais com características diferentes; reforço para aumentar a capacidade de suporte do solo e proteção (DALDEGRAN, 2016).

A associação do uso de galerias e reforços de drenagem é necessária em locais muito úmidos, onde o nível do lençol freático apresenta-se mais elevado.

Todos esses métodos, associados ou não, quando dimensionados e utilizados de maneira correta, buscam dar melhores condições de uso para as obras seguintes. As obras seguintes, como a pavimentação, dependem diretamente de uma boa execução de drenagem. Uma drenagem mal executada e mal compactada pode causar grandes recalques, prejudicando a pavimentação com aparecimento de rachaduras, sendo

Análise do uso de galerias leves na drenagem pluvial urbana necessário uma manutenção desnecessária, caso fosse executada inicialmente com qualidade.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste artigo é um estudo de caso de obra de drenagem de águas pluviais urbana com análise comparativa para uma solução diferencial devido a presença de lençol freático elevado, comparado com o método tradicional, o uso de tubulação de concreto.

3. OBJETIVO ESPECÍFICO

O artigo tem por objetivo verificar a diferença de custos entre um projeto concebido para a resolução de um problema de execução do método tradicional. Por meio do estudo de caso comparativo, os métodos construtivos de drenagem pluvial analisados foram os dois tipos de galeria: tubulações de concreto e tubulações de drenagem corrugados de Polietileno de Alta Densidade (PEAD).

O tubo PEAD foi o material escolhido para os trechos mais críticos pelo projetista da obra, visto que por ele ser mais leve e o solo da região ser de baixa capacidade de carga, ele provoca menor recalque. Esse alívio de carga devido ao menor peso do material, se comparado ao uso da galeria de concreto, é muito grande e necessário, pois garante uma menor necessidade de sustentação do solo da

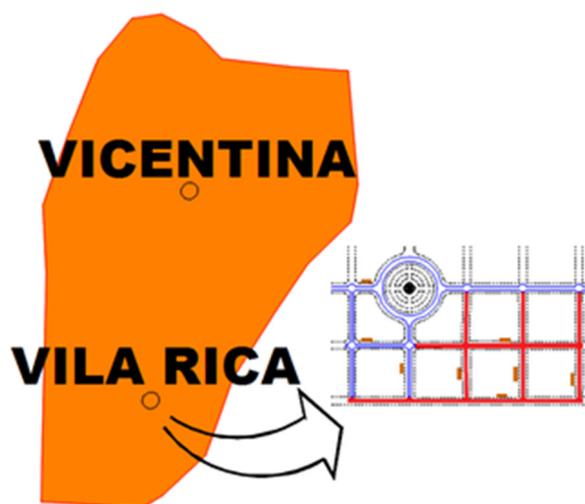
região, sendo ele capaz de suportar sem ceder.

Já a tubulação de concreto, ela foi a escolha comparativa, visto que é o tipo de material mais utilizado em obras de drenagem pluvial e seu custo é menor.

4. PROBLEMATIZAÇÃO

A obra possui uma área de 10.583,12 m² de pavimentação asfáltica e 1.520,20 metros de drenagem de águas pluviais. Ela será executada no distrito Vila Rica, Figura 4, no município de Vicentina-MS, localizada a uma latitude de 22° 32' 12.30" sul e longitude 54° 27' 3.38" oeste.

Figura 4. Localização da Obra, no distrito de Vila Rica, município de Vicentina-MS



Fonte: Elaborado pelo autor.

O município onde se localiza o distrito do estudo de caso em questão, Vicentina, possui uma área urbana de 0,368km² (EMBRAPA, 2008) e uma população de 6067

habitantes (IBGE, 2018). A obra no distrito foi projetada a partir dos dados do tráfego local para cálculo das solicitações e estudos geotécnicos para reconhecimento do solo, realizados pela empresa PAE Planejamento LTDA e a empresa Geotec consultoria, em Junho de 2017.

O diferencial em relação às obras tradicionais de drenagem é o fato de certos trechos possuírem nível de lençol freático elevado, chegando a até 80cm abaixo da superfície, que traz como consequência a necessidade de uso de materiais leves para evitar que o peso próprio do tubo usado em obras tradicionais, provoque recalques no fundo da vala de drenagem. Para contornar o problema, a opção é a utilização de tubulação de drenagem corrugados de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), um material mais leve, cujo peso próprio não é suficiente para provocar grandes recalques.

O artigo realiza um estudo comparativo de valores, desempenho, vantagens e desvantagens, custos de aquisição e instalação entre tubulações de concreto e de Polietileno (PEAD) e apresenta os motivos de escolha e de viabilidade da utilização na obra de drenagem nesses trechos mais críticos.

Sondagens locais, feitas pela empresa Geotec Consultoria, indicam que o solo da região varia muito, com presença de expurgos, argila arenosa vermelha, areia carregada, areia siltosa cinza, areia siltosa

amarela, areia argilosa marrom e seixo rolado e areia arenosa.

A tubulação em PEAD apresenta densidade linear, em kg/metro, correspondente a apenas 3,00% da densidade linear do tubo de concreto. Essa enorme redução no peso devido ao material gera um alívio de carga muito grande e muito importante na obra, pois em solos menos resistentes e com maior presença de água, a capacidade de carga é baixa, daí a necessidade de utilização de materiais com peso reduzido.

Essa solução foi adotada pelo projetista apenas em locais críticos da obra, onde necessita de menor recalque, considerando o custo elevado do material.

A análise do estudo de caso se dará com o comparativo de orçamento utilizando tubulações de concreto, que por ser mais barato, tornaria a execução mais viável. Neste artigo demonstramos passo a passo, como a forma de execução, os valores, o uso de material alternativo e não tradicional mais leve, inicialmente dificulta a execução de um projeto, se comparado com o uso do material tradicional.

5. METODOLOGIA

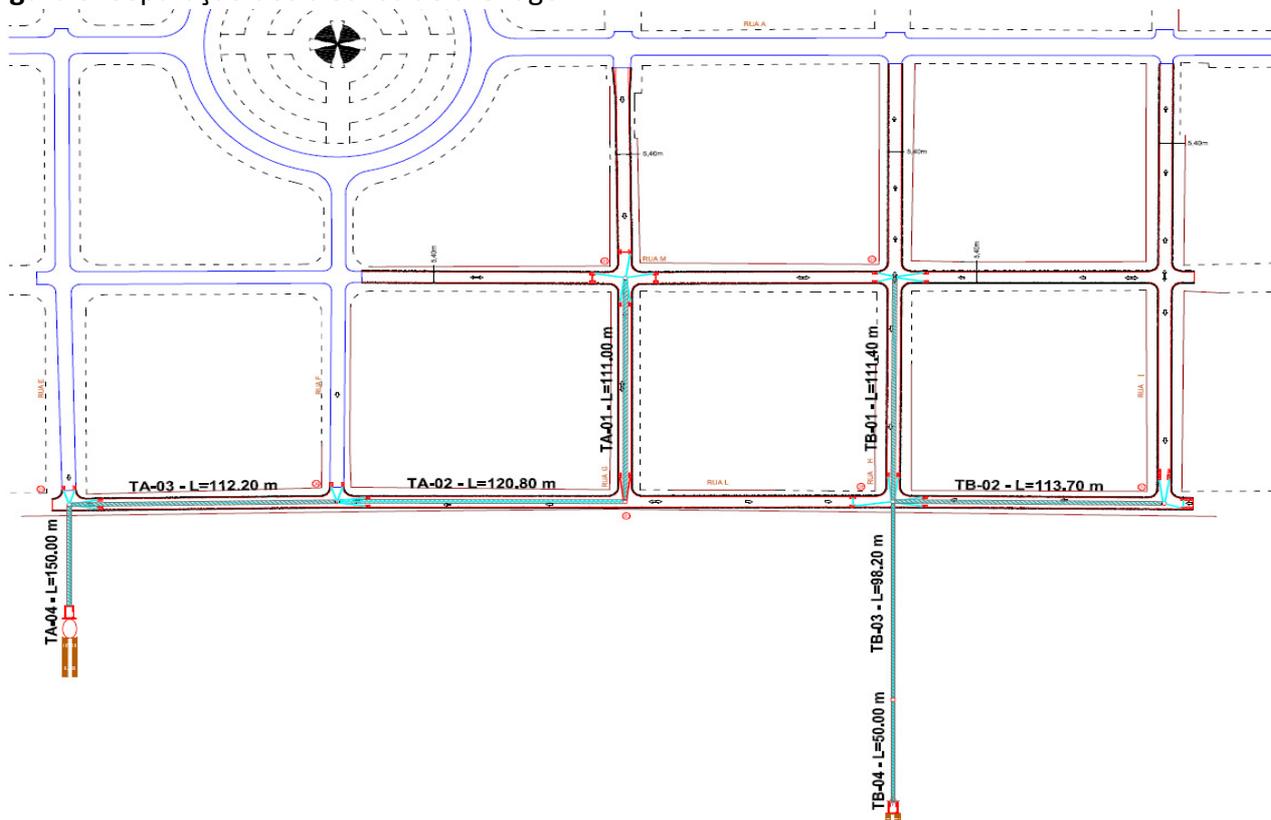
O orçamento comparativo analisado foi realizado apenas para os trechos mais críticos da obra, onde ocorre presença de água à poucos centímetros da superfície. Os preços para a orçamentação foram obtidos a

Análise do uso de galerias leves na drenagem pluvial urbana partir dos valores fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisas e Índices da Construção Civil (SINAPI), referência de composições desoneradas, mês de referência Julho do ano de 2018, do estado do Mato Grosso do Sul.

A drenagem foi dividida, para melhor quantificação, em oito trechos de aproximadamente cem metros de

comprimento, como mostrado na Figura 5. Foram utilizados dois dissipadores de energia, um em cada ponto final de destinação das águas a serem drenadas, para que quando a água chegar no destino final, o curso d'água, ela perca sua velocidade, evitando a formação de erosão.

Figura 5. Separação dos trechos de drenagem



Fonte: Elaborado pelo autor.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos trechos predefinidos, foi feito a quantificação de material e orçamento, incluindo o assentamento em R\$342.384,69, como mostra o Quadro 1, referente às tubulações de drenagem PEAD.

Quadro 1. Custos de tubo PEAD inclusive assentamento a partir de código do SINAPI.

TRECHO	Ø tubo PEAD (cm)	Código SINAPI	Comp. (m)	Custo por metro	TOTAL
TA 01	60,0	90723	111,00	413,50	45.898,50
TA 02	60,0	90723	120,80	413,50	49.950,80
TA 03	60,0	90723	112,20	413,50	46.394,70
TA 04	75,0	94891	50,00	613,20	30.660,00
TB 01	60,0	90723	111,40	413,50	46.063,90
TB 02	37,5	IUD 004	113,70	141,69	16.110,15
TB 03	75,0	94891	98,20	613,20	60.216,24
TB 04	75,0	94891	50,00	613,20	30.660,00
Bigodes	20,0	90717	280,00	58,68	16.430,40
TOTAL = R\$ 342.384,69					

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já para a mesma quantificação de tubos, no mesmo preço de referência, porém em material de concreto, ocorre aumento do diâmetro, em virtude da maior rugosidade, para uma mesma vazão, apresenta velocidade de fluxo menor, se comparado as tubulações de PEAD.

A velocidade de fluxo é calculada pela equação 1 de Manning:

$$V = \frac{1}{\eta} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Sendo:

V: Velocidade do fluxo (m/s);

η : Coeficiente de rugosidade de Manning ($m^{-\frac{1}{3}}s$);

Rh: Raio Hidráulico (m);

i: Declividade do tubo (m/m).

A partir da equação mostrada, tendo a velocidade inversamente proporcional à rugosidade, uma maior rugosidade significa menor velocidade. Outro parâmetro considerado é a vazão, que pode ser calculada pela equação 2:

$$Q = V \cdot A \quad (2)$$

Sendo:

Q: Vazão (m^3/s)

V: Velocidade do fluxo (m/s);

A: Área (m^2).

Como o dimensionamento analisado da drenagem foi para uma mesma vazão de água, reduzindo a velocidade, foi necessário aumentar a área. Segundo o Manual técnico de Tubo Corrugado com parede estruturada

PEAD (KANAFLEX, 2018), considerado o coeficiente de rugosidade de Manning $\eta = 0,010$ e $\eta = 0,013$, e velocidades de fluxo 7m/s e 5m/s, para o tubo PEAD e para o de concreto respectivamente, em declividade constante, é necessário um aumento de 30% no diâmetro para tubulações de concreto.

Além desse aumento em 30% no diâmetro foi necessário ainda a conformidade com os diâmetros comerciais desse material, como é mostrado na quantificação do Quadro 2.

Quadro 2. Diâmetro tubulação de concreto comparado com diâmetro tubulação PEAD.

TRECHO	Ø tubo PEAD (cm)	Acréscimo 30% no diâmetro	Ø comercial tubo concreto (cm)
TA 01	60,0	78,00	80,0
TA 02	60,0	78,00	80,0
TA 03	60,0	78,00	80,0
TA 04	75,0	97,50	100,0
TB 01	60,0	78,00	80,0
TB 02	37,5	48,75	50,0
TB 03	75,0	97,50	100,0
TB 04	75,0	97,50	100,0
Bigodes	20,0	26,00	30,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com esses novos diâmetros, o orçamento dos tubos de concreto, utilizando o mesmo referencial de preços aplicado na orçamentação do tubo de drenagem PEAD, atinge um montante de R\$195.186,30, conforme mostra o Quadro 3, referente aos custos da tubulação incluindo o assentamento. Os códigos do SINAPI mostrados são referentes à tubulação e ao assentamento respectivamente.

Quadro 3. Custos de tubo de concreto inclusive assentamento a partir de código do SINAPI.

TRECHO	Ø tubo Concreto (cm)	Código SINAPI	Comp. (m)	Custo por metro	TOTAL
TA 01	80,0	7750 92826	111,00	223,09	24.762,99
TA 02	80,0	7750 92826	120,80	223,09	26.949,27
TA 03	80,0	7750 92826	112,20	223,09	25.030,70
TA 04	100,0	7765 92828	50,00	319,17	15.958,50
TB 01	80,0	7750 92826	111,40	223,09	24.852,23
TB 02	50,0	7795 92822	113,70	109,90	12.495,63
TB 03	100,0	7765 92828	98,20	319,17	31.342,49
TB 04	100,0	7765 92828	50,00	319,17	15.958,50
Bigodes	30,0	7796 92820	280,00	63,70	17.836,00
TOTAL = R\$ 195.186,31					

Fonte: Elaborado pelo autor.

Baseado nos dados apresentados dos custos de materiais e assentamento, a tubulação PEAD está em desvantagem, com custos que atingem valores 75,41% acima das tubulações de concreto.

Outro fator a se destacar é o transporte desses dois materiais, que por ser em função do peso, o tubo PEAD leva vantagem por apresentar apenas 3% do peso da tubulação de concreto, como mostram os Quadros 4 e 5.

Quadro 4. Transporte de tubos PEAD

Ø tubo PEAD (cm)	Comp. Unitário (m)	Peso (Kg)	Peso p/ metro (Kg)	Comp. Trecho (m)	Peso (Kg)
30,00	6,00	15,40	2,57	280,00	719,60
50,00	6,00	46,30	7,72	113,70	877,76
80,00	6,00	110,20	18,37	455,40	8.365,70
100,00	6,00	159,40	26,57	198,20	5.266,17
TOTAL / 1000 (T)					15,23

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 5. Transporte de tubos Concreto

Ø tubo PEAD (cm)	Comp. Unitário (m)	Peso (Kg)	Peso p/ metro (Kg)	Comp. Trecho (m)	Peso (Kg)
30,00	1,00	100,00	100,00	280,00	28.000,00
50,00	1,00	240,00	240,00	113,70	27.288,00
80,00	1,50	920,00	613,33	455,40	279.310,48
100,00	1,50	1.368,00	912,00	198,20	180.758,40
TOTAL / 1000 (T)					515,36

Fonte: Elaborado pelo autor.

A distância média de transporte (DMT) considerada para cada material difere pois o fornecimento dos materiais são de locais diferentes. Os tubos de concretos vem de Dourados - MS, que está localizada a uma distância de 70,20 quilômetros do distrito de Vila Rica, local da obra. Já da tubulação de drenagem corrugados de polietileno de alta densidade (PEAD), a distância considerada é da capital Campo Grande - MS, onde possui revenda do material PEAD, distante 247,00 quilômetros da obra.

Esse fator, distância, muito importante na orçamentação, faz com que o tubo PEAD, por apresentar um peso de apenas 3% do peso do tubo de concreto, apresente um custo de transporte de aproximadamente 10,39% dos custos dos tubos de concreto para o mesmo serviço, como é mostrado no Quadro 6 a seguir.

Quadro 6. Custo transporte PEAD (DMT = 70,20Km) e Concreto (DMT = 247,00Km).

Material	Peso de transporte (Ton.)	Código SINAPI	Valor unit. (TonxKm)	TOTAL
PEAD	15,23	72840	0,57	R\$ 2.144,23
CONCRETO	515,36	72840	0,57	R\$ 20.621,62

Fonte: Elaborado pelo autor.

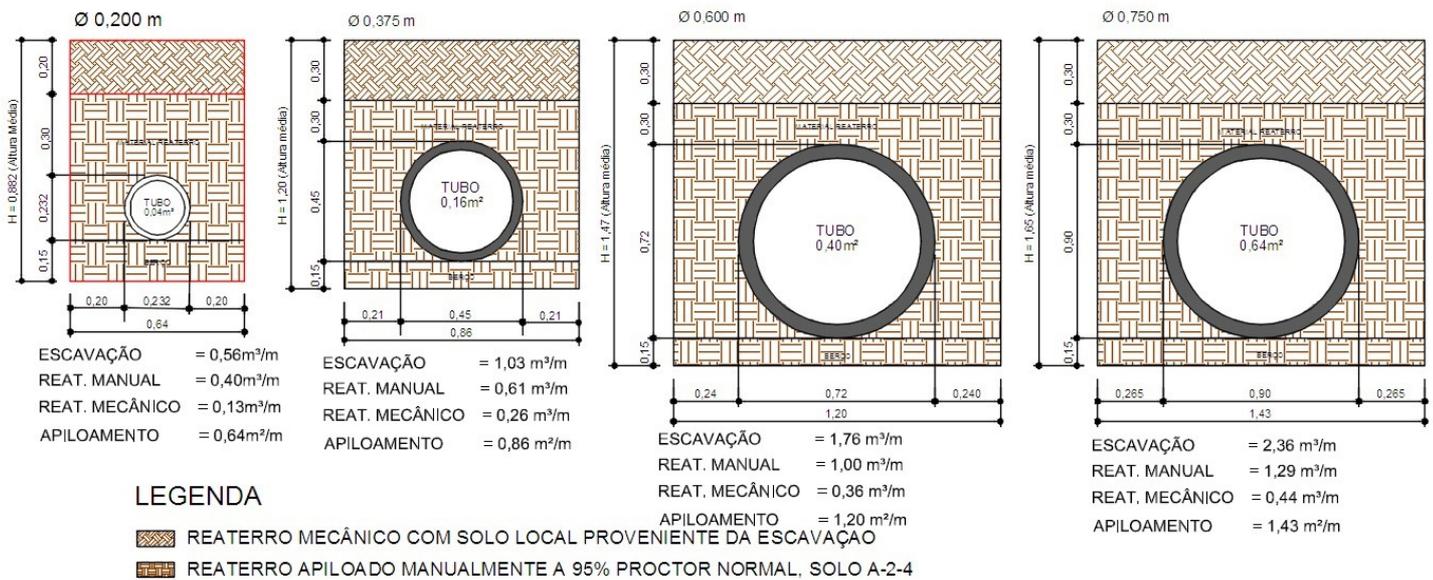
A inclusão deste item fez com que o uso do tubo PEAD em relação ao concreto, reduzisse de 75,41% maior para 59,65%, sendo uma diminuição considerável.

Em relação aos serviços de escavação, a tubulação em PEAD, por necessitar de

menor diâmetro, também apresenta vantagens. Foram calculados os volumes, para os dois tipos de materiais, referentes aos serviços de escavação, reaterro manual, reaterro mecânico e apiloamento a partir das seções mostradas nas Figuras 6 e 7.

Figura 6. Seção tubo PEAD com cálculos de volume por metro de tubulação

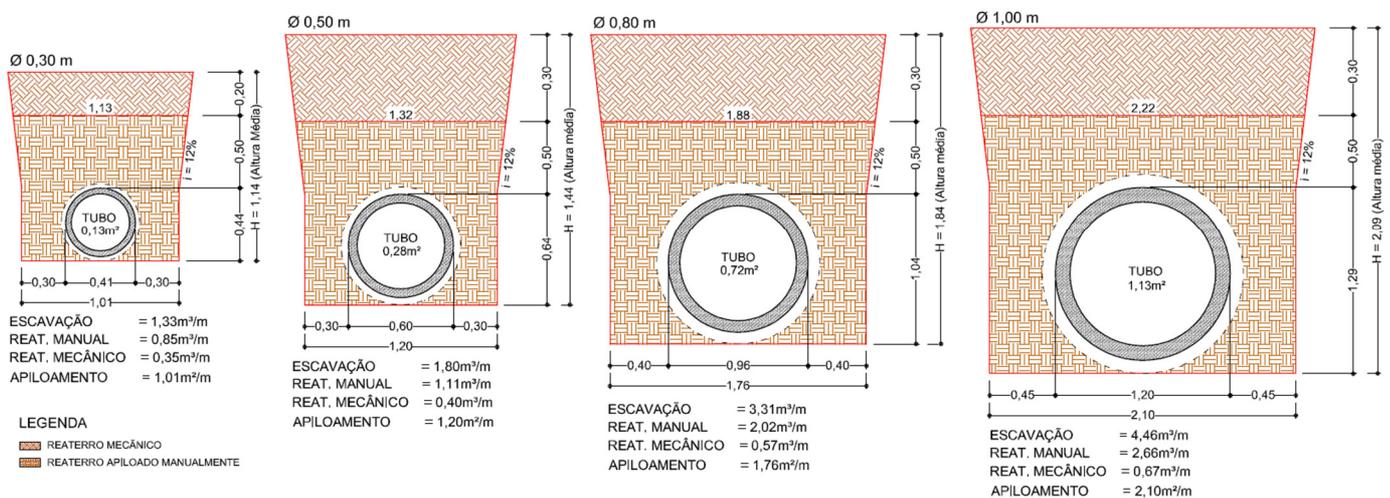
SEÇÕES TIPO - TUBULAÇÃO EM PEAD



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7. Seção tubo Concreto com cálculos de volume por metro de tubulação

SEÇÕES TIPO - TUBULAÇÃO EM CONCRETO



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir das seções apresentadas, obtém-se os volumes relativos aos serviços de escavação, reaterro manual e mecânico e apiloamento mostrados nos Quadros 7 e 8 apontando vantagem do tubo PEAD, devido ao menor volume de serviços.

Quadro 7. Cálculo de volumes de serviço de terraplenagem - tubulação PEAD.

TRECHO	Comp. (m)	Escavação (m³)	Reaterro manual (m³)	Reaterro mecânico (m³)	Apiloamento (m²)
TA 01	111,00	195,36	111,00	39,96	133,20
TA 02	120,80	212,61	120,80	43,49	144,96
TA 03	112,20	197,47	112,20	40,39	134,64
TA 04	50,00	118,00	64,50	22,00	71,50
TB 01	111,40	196,06	111,40	40,10	133,68
TB 02	113,70	117,11	69,36	29,56	97,78
TB 03	98,20	231,75	126,68	43,21	140,43
TB 04	50,00	118,00	64,50	22,00	71,50
Bigodes	280,00	156,80	112,00	36,40	179,20
TOTAL		1.543,16	892,44	317,11	1.106,89

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 8. Cálculo de volumes de serviço de terraplenagem - tubulação Concreto.

TRECHO	Comp. (m)	Escavação (m³)	Reaterro manual (m³)	Reaterro mecânico (m³)	Apiloamento (m²)
TA 01	111,00	367,41	224,22	63,27	195,36
TA 02	120,80	399,85	244,02	68,86	212,61
TA 03	112,20	371,38	226,64	63,95	197,47
TA 04	50,00	223,00	133,00	33,50	105,00
TB 01	111,40	368,73	225,03	63,50	196,06
TB 02	113,70	204,66	126,21	45,48	136,44
TB 03	98,20	437,97	261,21	65,79	206,22
TB 04	50,00	223,00	133,00	33,50	105,00
Bigodes	280,00	372,40	238,00	98,00	282,80
TOTAL		2.968,40	1.811,33	535,85	1.636,96

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os custos desses serviços são apresentados a seguir nos Quadros 9 e 10, para o tubo PEAD apresentando um custo apenas de 51,80% do valor dos mesmos serviço nas tubulações de concreto, como

consequência do emprego de tubos com seção menor. Isso fez com que reduzisse o percentual de diferença de 59,65% para 33,10%.

Quadro 9. Custos volumes de serviço de terraplenagem - tubulação PEAD.

Item	Código SINAPI	Custo unit.	PEAD	
			Quant	TOTAL
Escavação	90085	7,17	1.543,16	11.064,46
Reaterro manual	93382	22,33	892,44	19.928,19
Reaterro mecânico	93362	8,63	317,11	2.736,66
Apiloamento	94100	2,50	1.106,89	2.767,23
TOTAL				36.496,54

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 10. Custos volumes de serviço de terraplenagem - tubulação Concreto.

Item	Código SINAPI	Custo unit.	Concreto	
			Quant	TOTAL
Escavação	90085	7,17	2.968,40	21.283,43
Reaterro manual	93382	22,33	1.811,33	40.447,00
Reaterro mecânico	93362	8,63	535,85	4.624,39
Apiloamento	94100	2,50	1.636,96	4.092,40
TOTAL				70.447,22

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro ponto considerado, foi a produtividade de um assentador de tubos, para estimar o tempo de execução da obra, fornecida pela composição do Sistema Nacional de Pesquisas e Índices da Construção Civil (SINAPI). Através dela, foi possível afirmar que a execução do assentamento de tubos para a tubulação de PEAD é apenas 29,07% do tempo para a execução do assentamento de tubulações de concreto. Isso representa em dias, considerando um único assentador, aproximadamente 25 dias de

execução da drenagem com a tubulação de PEAD, enquanto para o concreto 86 dias. Esse aumento de tempo, considerando apenas os gastos administrativos de engenheiro e vigia da obra, consegue reduzir a diferença dos dois métodos de 33,10% para 25,08%. Essa grande diferença de tempo de execução teve como principal motivo a facilidade do manejo com tubulações em PEAD, principalmente por ser um material leve.

Sendo assim, no Quadro 11, tem-se o comparativo de valores de material somados ao assentamento, ao transporte do material, a escavação para execução, e a administração apontando um custo para a tubulação PEAD de 25,08% acima do custo dos serviços com o tubo de concreto.

Quadro 11. Custo total referente à execução de drenagem pluvial com tubulação PEAD e tubulação de concreto.

Descrição	PEAD	CONCRETO
Tubo	342.384,69	195.186,31
Assentamento		
Transporte	2.144,23	20.621,62
Terraplenagem	36.496,54	70.447,22
Administração	6.819,55	23.802,07
TOTAL	R\$ 387.845,01	R\$ 310.057,22

Fonte: Elaborado pelo autor.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise inicial, considerando apenas material e assentamento, a tubulação de drenagem corrugado de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com o assentamento, corresponde à 75,41% a mais dos valores da

tubulação de concreto, destacando uma desvantagem inicial muito grande.

Um dos fatores que justifica essa diferença de valor, é devido à popularidade do uso do método construtivo de drenagem com tubulação de concreto na região, já que o preço varia de acordo com a cotação no estado. Como no Mato Grosso do Sul não existe a fabricação do PEAD, esse material deve ser comprado de outros estados, como no caso dos produtos fabricados pela marca Tigre, que vem do estado de São Paulo, da cidade de Rio Claro (Tigre, ASD), e assim são revendidos em grandes centros, como em Campo Grande. Já a fabricação da tubulação de concreto, por ser algo mais simples, possui maior número de fornecedores, e menor custo de matéria prima, diminuindo o seu valor de comércio.

A partir do momento em que analisamos outras variáveis, o cenário começou a se modificar. Incluídos os serviços de transporte, onde o PEAD apresentou um custo de apenas 10,39% dos valores gastos para o mesmo serviço caso realizado em tubulação de concreto, devido ao seu menor peso, derrubando o percentual inicial de 75,41% para 59,65%.

A inclusão da terraplenagem, ampliou a vantagem do tubo PEAD, uma vez que o custo é de aproximadamente 50% do valor para a execução com tubo de concreto, devido ao seu menor diâmetro. Esse serviço

fez com que o percentual de 59,65% de diferença no custo dos dois serviços caísse para 33,10%.

No cálculo do valor do tempo de serviço foi considerado apenas o gasto com o engenheiro e o vigia noturno, que acarretou na diferença de valores do PEAD, que até aqui era de 33,10% a mais, cair para 25,08% a mais do que a orçamentação do serviço de concreto. Porém o principal motivo da análise desse parâmetro não foi o custo, mas sim o quesito tempo, que conseguiu reduzir a execução de 86 dias para 25 dias, para o trecho considerado.

Com toda essa análise, nas mesmas referências de custo, a realização do serviço com PEAD é de R\$ 387.845,01, e com tubulação de concreto o valor da execução da obra é de R\$ 310.057,22.

Assim, mesmo o uso do PEAD tendo um valor de 25,08% maior que o do uso do concreto, para o estudo de caso em questão, o preço não é o principal quesito de escolha de material, mas sim a técnica necessária para a boa execução dos serviços.

Uma obra viável deve garantir de serviço de qualidade por um longo tempo. Os custos de implantação, as vezes reduzidos no orçamento inicial para viabilização do empreendimento, são na maioria das vezes triplicados nos possíveis reparos e manutenções que venham a ocorrer como

consequência de uma má qualidade de serviço.

O uso do polietileno de alta densidade (PEAD) nesse caso se torna a única solução de drenagem cabível, mesmo que de maior custo, visto que por ser mais leve, evita o deslocamento das partículas de solo devido ao excesso de carga sobre o mesmo. Essa provocação de menor recalque, garante que o solo da região, mesmo que com baixa capacidade de carga, suporte a obra de drenagem e obras futuras sem ceder. O uso dessa galeria leve consegue desempenhar o seu papel, com qualidade, de dar direcionamento correto das águas provenientes das chuvas e escoamento superficial.

8. REFERÊNCIAS

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.

BARROS, Rodrigo. **História saneamento básico e tratamento de água e esgoto.** EOS Organização de Sistemas, 2014. Disponível em <https://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/>. Acesso em: 05 de março de 2018.

BRASIL. **Lei Federal de Saneamento Básico nº11.445**. Brasília, DF, janeiro 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 06 de março de 2017.

CHAMA, Pedro Jorge; RELVAS, Fernando José. **Avaliação Comparativa de Desempenho entre Tubos Rígidos e Flexíveis para Utilização em Obras de Drenagem de Águas Pluviais**. Boletim Técnico ABTC/ABCP, São Paulo, 2003. Disponível em: https://www.abtc.com.br/site/download/avaliacao_obras_drenagem.pdf. Acesso em 10 de março de 2018.

DALDEGRAN, Eduardo. **Manta Geotêxtil: Principais funções e características**. Engenharia Concreta, 2016. Disponível em: <https://www.engenhariaconcreta.com/manta-geotextil-principais-funcoes-e-caracteristicas/>. Acesso em: 20 de março de 2018.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma nº 093/2016 - Tubo dreno corrugado de polietileno de alta densidade - PEAD para drenagem rodoviária - Especificação de material**. 2016. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/i

pr/ipr_new/normas/DNIT093_2006_EM.pdf. Acesso em: 12 de março de 2018.

EMBRAPA, Monitoramento por satélite. **Urbanização das Cidades Brasileiras**. 2008. Disponível em: <http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em 20 de março de 2018.

FERSIL, Tubos Portugal. **Águas Pluviais e Ventilação PVC**. 2018. Disponível em: <http://www.fersil.com/>. Acesso em: 15 de março de 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SINAPI – SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL, Tabelas de composição de custos**, julho 2018. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_649. Acesso em 5 de setembro de 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa Populacional 2018**. Agosto de 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/vicentina/panorama>. Acesso em 20 de março de 2018.

JUSTINO, Eliana Aparecida; PAULA, Heber Martins. **Análise do efeito da impermeabilização dos solos urbanos na**

drenagem pluvial do município de Uberlândia-MG. Revista Universidade Federal de Goiás, vol. 13, n. 2 (2011). Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/espaco/article/view/16884>. Acesso em: 05 de março de 2018.

KANAFLEX S/A, Indústria de plástico. **KNTS Super – Manual técnico Tubo corrugado com parede estruturada de PEAD – 5ª edição.** 2018. Disponível em: <http://www.kanaflex.com.br/documentos/MANUAL%20KNTS%20SUPER.pdf>. Acesso em 2 de abril de 2018.

NUNES, Pré Moldados. **Catálogo de produtos – Tubos de Concreto.** Minas Gerais, 2018. Disponível em: <http://www.premoldadosnunes.com.br/site/produto.php?id=3&produto=Tubos%20de%20concreto>. Acesso em 10 de março de 2018

PINTO, Carlos Souza. **Curso Básico mecânica dos solos 3ª edição.** 2006. Editora Oficina de Textos.

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/engenharia-civil/93/artigo287353-1.aspx>. Acesso em: 06 de março de 2017.

TIGRE ADS. **PEAD – Polietileno de alta densidade.** 2018. Disponível em: <http://www.tigreads.com/brasil/pt/pead>. Acesso em: 11 de março de 2018.