

## ***Métodos de inspeção de tubos para rede de distribuição de água: PEAD***

Atualmente considerando o sistema de distribuição de água no Brasil, as empresas buscam novas tubulações que demonstrem eficiência e menor perda real de vazão de água. Dentre os novos produtos disponíveis, encontra-se o Polietileno de Alta Densidade, produto esse que possui alta resistência a altas temperaturas e ampla pressão. O objetivo do artigo é demonstrar a metodologia de inspeção do PEAD utilizado na empresa CVS em Palmas, Tocantins. A metodologia utilizada foi pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de campo em empresa terceirizada para distribuição de água. Os resultados encontrados demonstram, por registro fotográfico, os modelos e parâmetros das tubulações de Polietileno de Alta Densidade, as normas e caracterização delas, além das indicações dos fabricantes. Conclui-se que, apesar de o PEAD possuir um custo maior que outros tipos de tubulação, possui características técnicas com maior qualidade e benefícios que outros tipos, a longo prazo. Essa pesquisa foi comparada com estudos de três casos em cidades distintas, Porto Alegre, São Paulo e Limeira sobre o emprego de tubulações PEAD na distribuição de água e todos se mostraram satisfatórias, especialmente quanto a resistência do produto.

**Palavras-chave:** Água; Distribuição; Tubulações; Polietileno.

## ***Pipe inspection methods for the water distribution network: HDPE***

Currently considering the water distribution system in Brazil, companies are looking for new pipes that demonstrate efficiency and lower real loss of water flow. Among the new products available, there is High Density Polyethylene, a product that has high resistance to elevated temperatures and ample pressure. The objective of the article is to demonstrate the inspection methodology of HDPE used in the company CVS in Palmas, Tocantins. The methodology used was bibliographic research and field research in an outsourced company for water distribution. The results found demonstrate, by photographic record, the models and parameters of the High-Density Polyethylene pipes, the norms and characterization of the same, in addition to the indications of the manufacturers. It is concluded that, although HDPE has a higher cost than other types of piping, it has technical characteristics with higher quality and benefits than other types, in the long term. This research was compared with studies of three cases in different cities, Porto Alegre, São Paulo, and Limeira on the use of HDPE pipes in water distribution and all of them were satisfactory, especially regarding the resistance of the product.

**Keywords:** Water; Distribution; Pipes; Polyethylene.

Topic: Engenharia Sanitária

Received: 10/06/2022

Approved: 25/09/2022

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Saron Elvivo Costa Silveira

ITPAC Porto Nacional, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/6102474927282167>

[saronelvivo@hotmail.com](mailto:saronelvivo@hotmail.com)

Diogo Pedreira Lima 

ITPAC Porto Nacional, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7967728577417186>

<https://orcid.org/0000-0002-3849-2587>

[diogo.lima@itpacporto.edu.br](mailto:diogo.lima@itpacporto.edu.br)



DOI: 10.6008/CBPC2318-3055.2022.002.0002

### Referencing this:

SILVEIRA, S. É. C.; LIMA, D. P.. Métodos de inspeção de tubos para rede de distribuição de água: PEAD. **Engineering Sciences**, v.10, n.2, p.9-19, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2022.002.0002>

## **INTRODUÇÃO**

O elemento essencial à conservação da vida é a água, ainda imprescindível para a implementação de distintas atividades desenvolvidas pelo homem e, dessa forma, apresenta valores econômicos, sociais e culturais (RECESA, 2018). A crise da água tem origem devido ao crescimento populacional, estresse e escassez de água em várias regiões do planeta, do estado crítico das zonas urbanas e dificuldades de infraestrutura adjunta ainda a poluição dos corpos hídricos (TUNDISI, 2018).

De acordo com International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET), as perdas na rede de distribuição de água no Brasil está 40%, aproximadamente da quantidade produzida, valor muito maior que dos Estados Unidos que possui uma perda de 13%. No estudo de Gonçalves et al. (2015), esses índices de perdas não principalmente em edificações escolares devido à falta de manutenção e uso desse insumo.

O saneamento básico é definido, conforme a Organização Mundial de Saúde (OMS) como um controle de fatores intrínsecos no ambiente físico do homem, podendo ser ou não caracterizados como danosos ao bem-estar físico, social e psíquico, ou seja, constitui um conjunto de ações sobre o meio físico do homem, por meio do controle ambiental com a finalidade de proteger a saúde do homem. Para Heller et al (2015), na sociedade moderna, o saneamento está relacionado aos sistemas de obras e equipamentos, uma infraestrutura legal e institucional que abrange o abastecimento de água às populações, com qualidade compatível à proteção de sua saúde e em quantidade suficiente para garantir as condições básicas deles. Abrange ainda, coleta e tratamento da rede de esgotos sanitários, inclusos os rejeitos das atividades industriais, comerciais e doméstica, públicas e privadas, coleta e tratamento dos resíduos sólidos, coleta de águas pluviais e controle de inundações e empoçamentos, controle de vetores de doenças.

Percebe-se que, a importância da implementação da infraestrutura de maneira eficiente e planejada minimiza os impactos de difíceis correções especialmente aos corpos hídricos, que recebem toda água pluvial drenada da superfície. Tucci (2018) lembra que os impactos sobre águas urbanas são ascendentes de diversos problemas com o aumento dos resíduos sólidos e da qualidade da água dos corpos hídricos, nesse sentido, e ainda, com a taxa de impermeabilidade do solo e escoamento a montante, o volume com velocidade elevada de água e rejeitos que são transportados aos córregos, rios e riachos necessita de um produto de alta qualidade, como a tubulação empregada para tal finalidade.

A questão de pesquisa que norteou o desenvolvimento deste trabalho foi: Qual a metodologia de inspeção de tubos de água de Polietileno de alta densidade – PEAD no saneamento básico? O saneamento engloba vários esforços na preservação do ambiente, entre os quais, os sistemas de abastecimento de água, os sistemas de esgotos sanitários, de limpeza pública, de drenagem pluvial, o controle de vetores das doenças de insalubridade do meio, o controle da poluição industrial, da poluição sonora e da poluição atmosférica. Ao longo deste artigo, iremos abordar os sistemas de abastecimento de água, tipos de tubulações e suas características e com maior ênfase na inspeção dos tubos de polietileno de alta densidade ou PEAD. Em vista disso, não há como desconhecer as interfaces dos sistemas abastecedores e de esgotamento sanitário com

as demais facetas do saneamento e, sobretudo, o componente social da questão que torna o ser humano a razão central de nossos esforços.

Dessa forma, o trabalho se justifica devido a importância da água e do escoamento dela, considerando os tubos de água PEAD e seu emprego no saneamento da cidade de Palmas, por meio da empresa CVS.

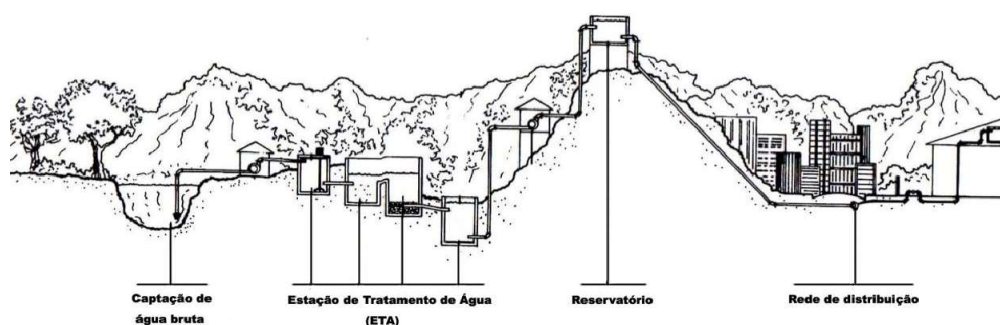
Os principais autores pesquisados na literatura foram: Cardoso et al. (2016), Tucci (2018), Fillipi (2016), e Heller et al. (2015), entre outros. O objetivo do trabalho é demonstrar a metodologia de inspeção do PEAD utilizado na empresa CVS em Palmas, Tocantins. Especificamente, analisar individualmente os tipos de tubulações de água em PEX, PVC e PPR e suas especificações técnicas; descrever os sistemas de abastecimento e distribuição de água.

## DISCUSSÃO TEÓRICA

### Sistemas de abastecimento de água

Os sistemas de abastecimento de água nas cidades são compostos para captação, estação de tratamento, reservatórios e redes de distribuição (TSUTIYA, 2015). A prioridade de uma área urbana é o sistema de abastecimento e distribuição de água, seja em pequenas ou grandes quantidades, desde que sejam apropriadas para atender as necessidades básicas análogas à saúde e ao desenvolvimento industrial (HELER et al., 2015).

Ainda segundo Tsutyia (2015), grandes investimentos foram realizados na área de saneamento para contribuir no desenvolvimento de cidades e vilas. Porém, devido ao alto investimento, na década de 1980 esse processo ficou estagnado e continua em segundo plano atualmente. Conforme determina a Portaria do Ministério da Saúde n. 2914/2011, um sistema de abastecimento de água é composto por materiais, equipamentos, obras civis, que abrangem desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e fornecimento de água potável à população por meio de rede de distribuição. São sistemas que visam satisfazer as mais distintas necessidades de usos de água e atendem as demandas de consumo a pressões apropriadas, sendo, portanto, de qualidade e regular.



**Figura 1:** Representação esquemática de um sistema de abastecimento de água.

**Fonte:** Adaptação de Paulo Netto et al. (2018).

Segundo Paulo Netto et al. (2018), o sistema de abastecimento de água é composto por: captação, local onde a água bruta é captada em mananciais superficiais como barragens, lagos, ou poços; adução, quando a água captada é bombeada até as estações de tratamento de água para que tenha um tratamento apropriado; tratamento, por meio de métodos químicos e físicos, a água bruta torna-se potável e distribuída à população; reservação, a água após ser tratada é bombeada até reservatórios para que fique à disposição da rede distribuidora e, distribuição, quando a água é efetivamente entregue ao consumidor para ser utilizada.

Segundo Creder (2016) os fatores que influenciam um sistema de abastecimento de água são muitos, tamanho da cidade, propriedades topográficas, instalações já existentes, distintas escalas de planejamento entre outros.

### **Sistemas de distribuição da água**

De acordo com Heller (2016) um sistema de distribuição de água é composto por dispositivos anexos e tubulações ligados entre si, situados nas vias e com a finalidade de encaminhar a água aos seus usuários continuamente, com pressão apropriada e atendendo todos os padrões de consumo. Azevedo (2011), relata que é um sistema que distribui a água para os pontos de consumo. Composta por tubos e elementos especiais dispostos convenientemente para afiançar o abastecimento dos consumidores de maneira contínua nos volumes e pressões preconizadas.

Um sistema de distribuição da água é formado por dois tipos de canalizações. Segundo Girol (2018), uma principal, que leva a água as canalizações secundárias, ou seja, uma canalização mestra. E uma secundária, que possui um diâmetro menor e tem o objetivo de abastecer os pontos de consumo no sistema de distribuição.

Ottonelli (2012) afirma que a distribuição é classificada conforme a característica do traçado desses tubos. Pode ser uma rede ramificada, que possui um desenvolvimento linear em que as ruas não se conectam por causa de problemas de topografia e traçados urbanos. A rede malhada, que é típica de áreas com ruas formando malhas viárias, permitindo o abastecimento do sistema através de vários caminhos, favorecendo a manutenção da rede com mínima interrupção do abastecimento aos usuários. Rede mista, que combina a rede ramificada e a malhada.

### **Tipos de tubulações de água**

Existe uma variedade muito grande de materiais utilizados para a fabricação de tubos e seus acessórios para a distribuição de água. Esta grande variedade de materiais acaba por proporcionar também uma vasta quantidade de aplicações. Dentre eles pode-se citar o Policloreto de Vinila Clorado (CPVC) que é formado por dois produtos semelhantes, porém possui um percentual de cloro no composto das matérias primas e uma alta resistência à condução de líquidos sob pressões a alta temperaturas (NUNES et al., 2016).

O CPVC é aplicado principalmente na condução de água quente e fluidos industriais por meio de seus tubos e conexões, visando melhorar a resistência química e propriedades térmicas é utilizado em tanques, placas, elementos de dutos, filtros, válvulas e bombas (figura 2).



**Figura 2:** Tubos e Conexões de CPVC.

Os tubos e conexões confeccionados com CPVC possuem benefícios como a naturalidade no desempenho de suas instalações e não transmite gosto nem odor à água, pois é determinado com material inteiramente atóxico. Também, tem uma durabilidade e resistência a corrosão eletroquímica ou galvânica, devido aos ataques químicos contidos na água, garantindo assim uma melhor fluidez, menor custo de manutenção e maior durabilidade, além de estar disponível em várias revendas, facilitando dessa forma sua aquisição (NUNES et al., 2016).

O CPVC segue as exigências da norma brasileira NBR 7198 e as normas internacionais ASTM D-2846, F-439, F-442, essas últimas refere-se aos diâmetros de 73 a 114 mm, aplicadas a conexões e tubos. Vale ressaltar que este sistema é preconizado para operar na temperatura de serviço de 80 °C, distribuindo água sob pressão de 60 m.c.a e suporta temperaturas variáveis de 95 °C.

Outro material citado na literatura e que possui papel essencial nas indústrias da construção, do transporte, da eletrônica e nas novas tecnologias. Um material utilizado ao longo da história desde 6.000 a.C. Um produto que atua na produção de ligas, na fabricação de equipamentos farmacêuticos e químicos, de moedas, e utilizado, na construção civil na fabricação de elementos de ar-condicionado, rede hidráulica e de gás, tubulações e conexões, válvulas, evaporadores, compressores, condensadores entre outros.



**Figura 3:** Tubos e conexões de cobre.

Muitos estudiosos afirmam que não há melhor material para a condução de água, justamente pelo fato de ser empregado a várias instalações durante anos em todo o mundo, pois permite uniões dos tubos, dobras, ajustes a qualquer contorno ou ângulo (NUNES et al., 2016). É ainda, 100% reciclável sem perder sua qualidade.

As normas técnicas para a tubulação de cobre são NBR 5020 que estabelece normas para tubos de cobre e ligas sem costura para usos gerais, NBR 5030, para tubos de cobre sem costura para usos gerais, NBR 5626, instalações prediais de água fria, NBR 7198, para instalações prediais de água quente, NBR 7541, tubos para refrigeração e ar-condicionado, NBR 7542 sem costura para cobre médio na condução de água, NBR 13206 cobre leve para condução de água e outros fluidos (REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO, 2013).

### **Tubos de polietileno de alta densidade: PEAD**

O Polietileno é um material polimérico sólido resultante do gás etileno em condições apropriadas de temperatura e pressão ambientes, ou seja, é um material formado pela reação entre um catalisador e monômero etileno (CALLISTER, 2012). A maioria dos polímeros é de origem orgânica, hidrocarbonetos. O Polietileno de Alta densidade é um polímero linear, ou seja, suas unidades estão ligadas entre si pelas suas extremidades em uma única cadeia, porém existem muitas quantidades de ligações de Van der Waals e de hidrogênio entre as cadeias (DANIELETTO, 2014). Dessa forma, a resposta de um polímero é devido a sua estrutura molecular dominante e sua classificação é realizada conforme seu comportamento à alta temperatura, podem ser termoplásticos ou termofixos.

De acordo com Callister (2012), os termoplásticos, quando são aquecidos amolecem e quando resfriados, endurecem, são eles: Polietileno, polipropileno e o cloreto de polivinila. Os termofixos, são polímeros de rede e não amolecem com alta temperatura e possuem melhor estabilidade dimensional que o termoplástico.

Os materiais fabricados com Polietileno de Alta Densidade (PEAD) possui suas cadeias poliméricas altamente orientada, dez vezes mais resistentes do que os fabricados a partir do polímero não orientado, aumentando assim, a rigidez do polímero (COUTINHO et al., 2013). De acordo com Telles (2013), o PEAD tem macromoléculas com estrutura linear com poucas ramificações curtas, uma densidade de 0,941 a 0,965 gcm<sup>3</sup>, grau de cristalização de 60 a 80%, apresenta ainda, alta resistência à abrasão e baixíssimo coeficiente de atrito. É capaz de flutuar na água, possui baixa resistência mecânica, porém, boa resistência ao impacto. Possui ainda, alta faixa de resistência química.

Pereira (2014) ressalta que, a matéria prima do Polietileno é fundida a uma temperatura de 220 °C, a identificação e designação dos tubos são realizadas por meio de um processo chamado hot-stamping, contendo o nome ou marca do fabricante, identificação comercial e classificação do composto, fluido, diâmetro externo nominal, pressão nominal e Standard Dimensional Ratio, que é o código que permite o rastreamento da produção, mês e ano da fabricação e ainda, o número da norma ABNT.

De acordo com a NBR 15561, as cores do tubo são conforme sua utilização, porém normalmente das tubulações são pretos ou pretos com listras longitudinais. Nas adutoras de água são na cor preta, cor azul ou preta com listras azuis. Nas tubulações de esgoto são pretas com listras ocre (ABNT, 2007).

## METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa da literatura em bases de dados indexadas: Google acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e CAPS e uma Revisão das Normas Reguladoras (NRs), sobre tubos de água, caracterização dos tubos, normas reguladoras. A pesquisa foi realizada nos meses de março e abril de 2021. Foram incluídos nesta revisão, dissertações, teses, revisões bibliográficas e relatos de casos. Como critérios para a seleção, foram considerados os artigos completos e disponíveis, nos idiomas inglês e português, Estudo controle, meta-análise, duplo-cego. Foram delimitados como recorte temporal o período entre 2015 e 2020.

Foi realizado ainda, uma pesquisa de campo na empresa terceirizada da BRK Ambiental, a CVS – Construtora Vale da Serra, na cidade de Palmas, Tocantins, para verificar através de observação e registro fotográfico de como é realizado a inspeção dos tubos para rede de distribuição de água - PEAD na localidade.

## RESULTADOS

Em primeiro momento, apresentaremos as fotografias tiradas dos tubos para rede de distribuição de água – PEAD inspecionados pela empresa objeto de estudo. Os tubos são analisados conforme resistência, NBR de aprovação e o laudo do fabricante, sendo observados todos os dados inseridos conforme normas regulamentadoras.



Figura 4: Conexões tubo PEAD 63 mm.



Figura 5: PEAD 20 mm com conexão aplicada.

De acordo com normas NBR 15561, ISO 4427, EN12201, os tubos PEAD para água são tubulações que asseguram à rede de distribuição estanqueidade pelo sistema de Solda Elástica Integrada, e possui uma mínima perda de carga. Segundo o fabricante, as características dos produtos (figura 4 e 7) são: Material: PE 80 ou 100 (polietileno); cor: azul ou preto com listras azuis; SDR 7,4 a 33; Classe de operação: até PN 25, Diâmetros: 63 mm; Normas atendidas: água e líquidos em geral; NBR 15561. Possui como vantagem maior

variedade de diâmetros e classes de pressão; alta resistência química e à abrasão; excelentes características hidráulicas, excelente soldabilidade, fácil manuseio e atoxidade.

	SDR 32,25		SDR 26		SDR 21		SDR 17		SDR 13,6		SDR 11		SDR 9		SDR 7,4	
PE 80	PN 4		PN 5		PN 6		PN 8		PN 10		PN 12,5		PN 16		PN 20	
PE 100	PN 5		PN 6		PN 8		PN 10		PN 12,5		PN 16		PN 20		PN 25	
DE (mm)	e (mm)	peso médio (kg/m)	e (mm)	peso médio (kg/m)	e (mm)	peso médio (kg/m)	e (mm)	peso médio (kg/m)	e (mm)	peso médio (kg/m)	e (mm)	peso médio (kg/m)	e (mm)	peso médio (kg/m)	e (mm)	peso médio (kg/m)
63							3,8	0,713	4,7	0,866	5,8	1,043	7,10	1,228	8,60	1,477
90							5,4	1,446	6,7	1,757	8,2	2,111	10,1	2,502	12,3	3,026
110							6,6	2,152	8,1	2,630	10,0	3,131	12,3	3,763	15,1	4,500
160					7,7	3,694	9,5	4,498	11,8	5,523	14,6	6,646	17,9	7,904	22,9	9,506
180					8,6	4,641	10,7	5,689	13,3	7,004	16,4	8,401	20,1	9,986	24,6	12,026
200					9,6	5,751	11,9	7,021	14,7	8,636	18,2	10,360	22,4	12,379	27,4	14,821
225					10,8	7,267	13,4	8,904	16,6	10,894	20,5	13,112	25,2	15,596	31,8	18,791
250					11,9	8,894	14,8	10,979	18,4	13,478	22,7	16,188	27,9	19,271	34,2	23,152
280					13,4	11,227	16,6	13,710	20,6	16,870	25,4	20,286	31,3	24,231	38,3	29,068
315					15,0	14,209	18,7	17,362	23,2	21,361	28,6	25,670	35,2	30,555	43,1	36,764
355			13,6	14,687	16,9	17,914	21,1	22,096	26,1	27,058	32,2	32,573	39,7	38,870	48,5	46,649
400			15,3	18,611	19,1	22,843	23,7	28,032	29,4	34,392	36,3	41,345	44,7	49,333	54,7	59,243
450			17,2	23,640	21,5	28,889	26,7	35,383	33,1	43,520	40,9	52,341	50,3	62,335	61,5	74,544
500	15,3	23,601	19,1	29,131	23,9	35,642	29,7	43,718	36,8	53,722	45,4	64,571	55,8	77,026		
560	17,2	29,664	21,4	36,478	26,7	44,608	33,2	54,767	41,2	67,267	50,8	81,009	62,5	96,854		
630	19,3	37,554	24,1	46,178	30,0	56,351	37,4	69,366	46,3	85,125	57,2	102,451	70,3	126,310		
710	22,8	47,753	27,2	58,649	33,9	71,749	42,1	88,015	52,2	108,054	64,5	129,950	79,3	160,560		
800	24,5	60,507	30,6	74,226	38,1	90,944	47,4	111,815	58,8	137,265	72,6	169,530	89,3	203,740		
900	27,6	76,516	34,4	94,065	42,9	115,071	53,3	141,413	66,2	174,000	81,7	214,620				
1000	30,6	94,542	38,2	115,977	47,7	142,167	59,3	174,482	72,5	215,870	90,2	263,440				
1200	36,7	135,973	45,9	167,007	57,2	204,624	69,7	252,900	88,2	314,800						

Gráfico 01: Dimensões conforme Norma NBR 15561. Fonte: ABNT (2017).

Percebeu-se que, na escolha das tubulações são fatores relevantes as características técnicas, seus diâmetros e classificação de pressão disponíveis no mercado para escolha da tubulação utilizada na rede de distribuição de água. A mangueira, com rolo de 100 m (figura 5) pode ser aplicada em redes de ramais prediais, possui diâmetro de 20 mm, espessura 2,3 mm, pressão de serviço de 1 MPA, cor azul, atende às normas NBR 15561 e NTS 048. Marca Tigre.



Figura 6: Conexões pvc tubo 60 mm.



Figura 7: Conexões tubo PEAD 63 mm.

As conexões PVC tubo 60 mm são destinadas as instalações prediais de água fria com resistência à pressão máxima de 750 kpa em conformidade com a norma NBR 5648/99 da ABNT. É na cor ocre, deverá ser assentado de tal maneira que não fique nem totalmente fixo à estrutura e nem livre, permitindo assim eventuais problemas da construção. Para soldar, basta lixar a ponta e a bolsa retirando o brilho da superfície e passar adesivo encaixando as extremidades. Percebe-se que as conexões possuem os dados do fabricante inseridos.



## DISCUSSÃO

Considerando o levantamento bibliográfico sobre o emprego de tubos de Polietileno de Alta Densidade na rede de distribuição de água no Brasil, identificou-se três casos de grande importância, onde o mercado do polietileno está mais consolidado, aferindo a eficiência e desempenho do produto. Um dos casos, ocorreu em Porto Alegre, um estudo constatou ganhos relacionados a perdas reais, manutenção e qualidade do material depois de anos de uso, com vida útil projetada para cinquenta anos (MARCONDES, 2016). Ainda segundo o autor, nessa pesquisa, levantou-se tubos PE100, com características mais avançadas do que as utilizadas anteriormente, percebendo ainda que as extensões PEAD tiveram uma evolução considerável ao longo dos anos.

O outro estudo foi no sistema de distribuição de água realizado em São Paulo pela SABESP, utilizando uma amostragem e relacionando as perdas por vazamentos de rede com uso de tubulações PEAD. Percebeu-se que ocorreu uma melhora sensível na perda real das redes e uma ampla satisfação dos usuários (SABESP, 2017). E o terceiro caso, foi um estudo na cidade de Limeira, pela Odebrecht Ambiental onde constataram uma evolução de 18% das extensões PEAD acompanhadas pela diminuição do índice de perdas reais de água (ODEBRECHT AMBIENTAL, 2018).

De acordo com Oliphant et al. (2018), o emprego de tubulações PEAD em redes ainda é novo, e através de simulações de operação acelerada em laboratório, os autores chegaram à conclusão de que a vida útil dos tubos PEAD podem alcançar cem anos. Na empresa objeto de estudo, as inspeções são realizadas por meio de ensaios de resistência à pressão de longa duração conforme a ISSO 12161, medindo a tensão circunferencial. Essas classificações são realizadas PE80 ou PE100, com resina termoplástica.

A empresa confere a marcação dos tubos que deve ser realizada de metrô a metro, de maneira indelével, através de impressão a quente em baixo relevo e cor contrastante com o tubo, contendo identificação do fabricante, classificação do composto e todos os dados que permitem o rastreamento da produção. Vale ressaltar que a NBR 15561 de junho de 2017 especifica os parâmetros e requisitos, metodologias de ensaio para fabricação e recebimento de tubos de polietileno para transporte de água de até 40°C, com pressão de operação de até 2,5 MPA. De acordo com Marcondes (2016), o PEAD possui problemas de adaptação a outros tipos de materiais devido à falta de estanqueidade e possui ainda, pouca necessidade de reparos devido ser um produto forte, resistente. Andrade et al. (2017), ressaltam ainda que, as tubulações em PEAD possuem excelente resistência às solicitações de tráfego na distribuição de redes de água.

## CONCLUSÕES

Para o estudo, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os sistemas de abastecimento e distribuição da água, tipos de tubulações e, especificamente sobre polietileno de alta densidade, sua aplicação na rede de distribuição de água. Percebeu-se uma vasta literatura sobre a temática.

Realizou-se ainda, um estudo de campo, por meio de observações e registros fotográficos das tubulações utilizadas pela empresa terceirizada objeto de estudo one comparou-se com a bibliografia de outros estudos os métodos de inspeção da tubulação PEAD na distribuição de água. Conclui-se que, apesar de o PEAD possuir um custo maior que outros tipos de tubulação, possui características técnicas com maior qualidade e benefícios que outros tipos, a longo prazo. Essa pesquisa foi comparada com estudos de três casos em cidades distintas, Porto Alegre, São Paulo e Limeira sobre o emprego de tubulações PEAD na distribuição de água e todos se mostraram satisfatórias, especialmente quanto a resistência do produto.

Não foi possível aprofundamento sobre a temática na região, mesmo constando diversos trabalhos sobre o material, mas poucas análises de inspeção delas nas empresas, contudo, obteve-se uma gama de informações relevantes sobre o produto. Sugere-se aprofundar acerca da temática em trabalhos futuros, visto que as tubulações de PEAD demonstraram ser uma parceira nas empresas prestadoras de serviços especialmente, na busca por eficiência e controle de perdas reais na rede de distribuição de água.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L.; ABREU, T. A.. **Análise comparativa entre tubos de concreto e tubos PEAD para drenagem pluvial**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15561**: tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 para transporte de água e esgoto sob pressão: requisitos. Rio de Janeiro, 2017.
- AZEVEDO, J. M. N.. Tratamento de Água Tecnologia Atualizada. In: **O tratamento de água**. São Paulo: Edgar Blucher LTDA, 2011. p.1-5.
- CALLISTER, W. D. J.. **Ciência e engenharia de materiais**: Uma introdução. LTC, 2012.
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; BOECHAT, C. P.; COSTA, R. F. C.. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo/RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>
- COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; MARIA, L. C. S.; LEONES, R. C. G.. Polietileno: Principais tipos, propriedades e aplicações. **Seção Técnica**, v.13, n.1, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282003000100005>
- CREDER, H.. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016
- DANIELETTO, J. R. B.. **Manual de tubulações de polietileno e polipropileno**: características, dimensionamento e instalação. São Paulo: Linha Aberta, 2014.
- FILLIPI, R. F. C.. **Análise de um evento extremo de precipitação sobre uma bacia urbana**: estudo de um trecho do canal da Penha. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, 2016.
- GIROL, G. V.. **Análise de perdas reais em um setor do sistema de abastecimento de água no município de Capinzal, SC**. Monografia (Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Capinzal, 2018.
- GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O.; AMORIM, S. V.; PEDROSO, L. P.. Indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio. **Ambiente Construído**, São Paulo, v.5, n.3, p.35-48, 2008.
- HELER, L.; PÁDUA, V. L.. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte, UFMG, 2015.
- HELLER, J.. **Physic nut. Jatropha curcas L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Rome: Institute IPGRI, 2016.
- HELLER, J.; KU, H.; WANG, H.; PATTARACHAIYAKOOP, N.; TRADA, M.. A review on the tensile properties of natural fiber reinforced polymer composites. **Composites Part B: Engineering**, v.42, p.856-873, 2015.
- MARCONDES, R.. **Estudo do uso das tubulações de PEAD em sistemas de distribuição de água no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- PAULO NETTO, J.; MACHADO, F. I.; RODRIGUES, J. C.; RIBEIRO, P. A.. **Projeto de Ampliação do Sistema de Produção d'água de Tibiri II e Eitel Santiago Zona Sul de Santa Rita - PB**. João Pessoa: 2018.
- NUNES, L. R.; RODOLFO J. A.; ORMANJI, W.; LANDIR, F. R.. **Tecnologia do PVC**. 2 ed. Braskem, 2016.
- ODEBRECHT AMBIENTAL. **Aplicação dos tubos de PEAD na cidade de Limeira**. 2018.
- OLIPHANT, K.; CONRAD, M.; CHING, M. S.. **Polyethylene (PE) Pipe Performance in Potable Water Distribution Systems Past, Present and future**. Aurora: Jana Reports, 2018.

PEREIRA, F. M.. **Desenvolvimento de métodos alternativos para a avaliação da resistência à fratura por fluência de resinas de polietileno utilizadas para a extrusão de tubos de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

RECESA. **Abastecimento de água**: Gerenciamento de Perdas de Água e Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento. Guia do profissional em treinamento: Salvador: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2018.

REVISTA CONSTRUÇÃO DE MERCADO. **Tubos de cobre**: cuidados garantem bom funcionamento do produto. São Paulo: Revista Construção de Mercado, 2013.

SABESP. **Apostila do Curso de Perdas**. São Paulo: SABESP, 2017

TELLES, P. C. S.. **Tubulações industriais**: Materiais, projeto e montagem. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

TUCCI, C. E. M.. **Controle de Enchentes**. Porto Alegre: ABRH, 2018.

TUNDISI, J. G.. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n.63, p. 7-16. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>

TSUTIYA, M. T.. **Abastecimento de água**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2015.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.