

I-204 - ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MATERIAIS DE TUBULAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DE REDES ADUTORAS DE ÁGUA

Pedro Alves Silva ⁽¹⁾

Mestre em Engenharia Civil – Modalidade Obras Hidráulicas pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia Mackenzie. Professor na Fundação Armando Alvares Penteado (FAAP) e Universidade São Judas Tadeu.

Alisson Gomes de Moraes ⁽²⁾

Doutor em Engenharia Civil – Modalidade Obras Hidráulicas pela Escola Politécnica da USP - Universidade de São Paulo, Mestre em Engenharia Civil – Modalidade Obras Hidráulicas pela Escola Politécnica da USP. Engenheiro Civil pela Universidade Nove de Julho e Tecnólogo em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP). Engenheiro Civil na SABESP.

Francis Valter Pêpe França

Doutor em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP - Universidade de São Paulo, Mestre em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP, Especialista em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública da USP e Graduado em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da UFBA - Universidade Federal da Bahia.

Endereço⁽¹⁾: Rua Cravovana, 103 – Jd. Pedro Nunes – São Paulo - SP - CEP: 08061-220 - Brasil - Tel: (11) 20378647 - e-mail: lestepas@uol.com.br

Endereço⁽²⁾: Avenida do Estado, 561 – Bom Retiro – São Paulo - SP - CEP: 01107-000 - Brasil - Tel: (11) 3388-6603 - e-mail: agmoraes@sabesp.com.br

RESUMO

Nas adutoras de médio e grande porte os materiais mais comuns aplicados em sua construção são ferro fundido, aço e polietileno de alta densidade. A escolha do material depende de diversos critérios e influencia no comportamento da adutora e na eventual adição dispositivos de proteção. Com este objetivo foi realizada uma análise entre tais materiais para execução de adutoras. Foram levantados os principais fatores que levam a escolha de um determinado material, tomando-se como base a modelagem hidráulica da adutora, como: produtividade, proteção contra transitórios e consumo de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Adutoras, Tubos.

INTRODUÇÃO

Os materiais mais comuns aplicados na construção de adutoras de médio e grande porte são ferro fundido, aço e mais recentemente o polietileno de alta densidade – PEAD. Todos têm vantagens e desvantagens por tipo de obra. O que mais importa na escolha do material para execução da adutora, além do custo, certamente é a facilidade executiva, segurança operacional e a viabilidade financeira do empreendimento.

O tipo de material utilizado na tubulação de uma adutora também influencia na sua pressão de serviço e a celeridade do deslocamento de um transiente. Estes parâmetros impactam no custo, tendo em vista a maior ou menor necessidade de dispositivos de proteção contra transientes a serem instalados nestas linhas.

OBJETIVO

Análise comparativa da viabilidade da aplicação dos materiais Aço, Ferro Fundido e PEAD na construção de redes e adutoras de médio e grande porte, levando em conta os métodos construtivos em vala aberta e MND HDD para adutoras operando em regime de condutos forçados nos sistemas de abastecimento público de água.

MÉTODO

Projeto com planejamento das fases executivas e antecipação da especificação dos insumos: conexões, bombas, painéis, fornecimento elétrico, outorga, licenciamento ambiental, máquinas e equipamentos com objetivos claros dentro do cronograma de execução, levando em conta obras de curtíssimo prazo com transposição de obstáculos, transporte da vazão com baixo consumo de energia elétrica e segurança operacional estrutural, elétrica e controle de transitórios hidráulicos.

A análise de viabilidade pode ser executada de maneira simples e rápida com o apoio de uma equipe topográfica com GPS instalado em veículos que fornece o perfil topográfico das várias possibilidades de caminhamento ao mesmo tempo em que se observam os obstáculos que podem ser interferências na execução da obra. A Figura 1 mostra fotos desta fase.



Figura 1 – Levantamento das cotas por GPS e cadastro das interferências porá as diversas opções de caminhamento da adutora.

Esta primeira fase permitiu rodar um modelo hidráulico com vários tipos de materiais de tubulação para fornecer a classe de pressão para a tubulação; a perda de carga por rugosidade e viscosidade para o cálculo da altura manométrica total da elevatória (AMT) e os diversos tipos de interferências que definiram o caminhamento a ser escolhido. Conforme mostram as Figuras 2 e 3.

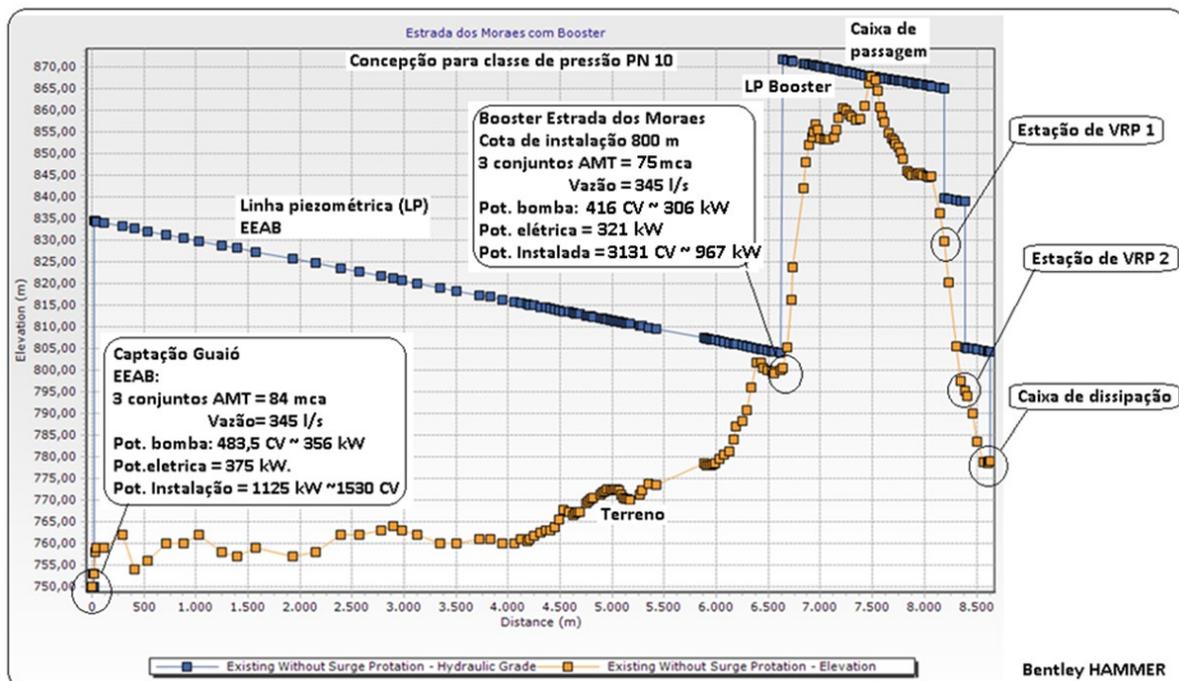


Figura 2 – Perfil do caminhamento com a opção de classe de pressão PN 10 e toda extensão e potência instalada do sistema elevatório.

MODELAGEM HIDRÁULICA

Através da Classe de pressão o modelo hidráulico permitiu escolher o tipo de material para a tubulação e suas conexões, tipos de ancoragens, controle de transitórios hidráulicos, equipamentos e máquinas para execução da obra.

O projeto executivo foi segmentado de maneira a montar um cronograma executivo para priorizar as obras da captação, elevatória e descarga, que requerem insumos com prazos de fornecimento mais longos como bombas, válvulas de grande porte, fornecimento de energia e instalações elétricas.

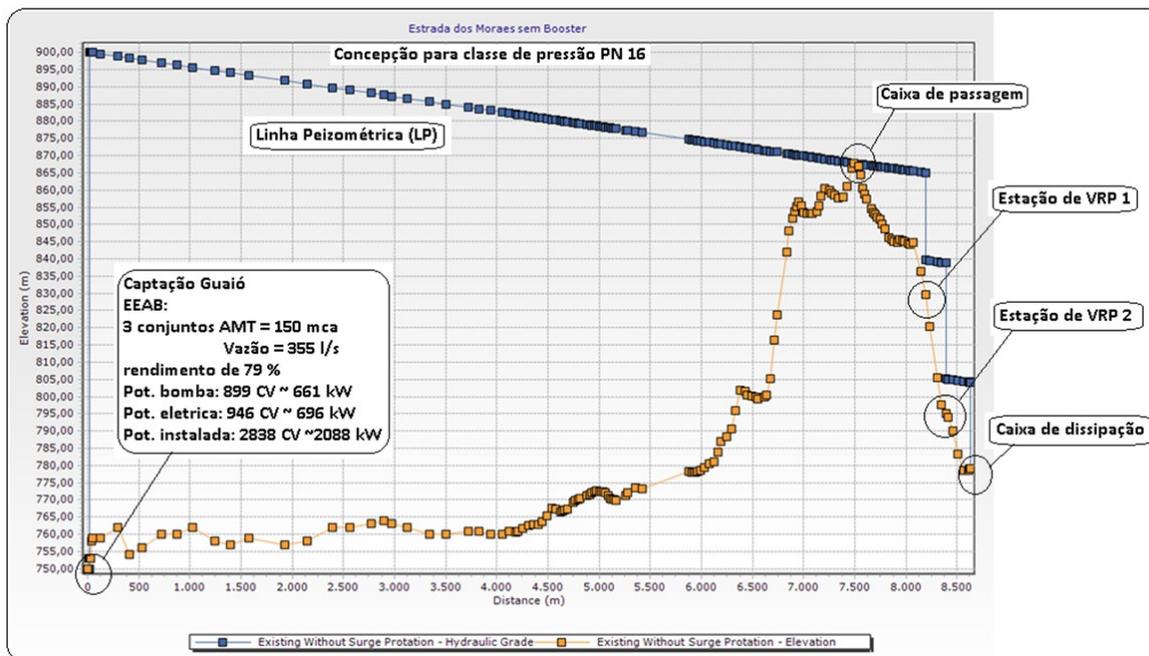


Figura 3 – Perfil do caminhamento com a opção de classe de pressão PN 16 no trecho de cotas próximas a captação e PN 10 na região de cotas altas e controladas por válvulas redutoras de VRP.

ESCOLHA DO MATERIAL DA TUBULAÇÃO

Escolha do material da tubulação para atender a um prazo curto e todas as características técnicas da obra, inclusive transitórios hidráulicos, levando-se em conta que os três materiais mais adequados para adutoras de diâmetros superiores a 800 mm são: Aço, Ferro Fundido e PEAD e sabendo-se que todos devem ser de altíssima qualidade e que as aplicações específicas com viabilidade técnica e financeira deverão ser estudadas caso a caso. Será feito um comparativo apenas para efeito de produtividade e custos em curto prazo de execução. Os prazos de fornecimentos dos tubos giram em torno de 30 a 40 dias para aço e ferro fundido em quanto que o PEAD gira em torno de 10 dias para quantidades em torno de 2000 metros de tubos.

- Produtividade:** Foi avaliada com base na quantidade de equipamentos, máquinas e profissionais envolvidos por equipe (uma frente). Basicamente são: 1 Gerador de energia elétrica, 1 Caminhão basculante, 3 escavadeiras, 1 retroescavadeira e uma equipe de solda na execução de uma adutora de 1000 mm: PEAD: uma máquina de solda por termofusão, 4 soldas e 60 metros de tubos assentados por dia; Ferro Fundido K7: 4 acoplamentos de bolsa por dia e 35 metros de tubos assentados; Aço: 2 soldas por dia e 21 metros de tubos assentados. Em trinta dias corridos temos a produtividade de 1800 metros de PEAD; 630 metros de aço e 1050 metros de Ferro Fundido. O PEAD em relação ao Ferro Fundido tem produtividade superior em 70 % e em relação ao aço de 186%.
- Segurança operacional da adutora a transitórios hidráulicos:** Foi necessário levar em conta a possibilidade de instalação de dispositivos de proteção contra os transitórios hidráulicos. No entanto devido ao baixo módulo de elasticidade do PEAD em relação ao Ferro Fundido e ao Aço; as

instalações de proteção para o tubo de PEAD serão bem menores, a Tabela 1 mostra um pulso de pressão (ALLIEVI) causado por consequência de um fechamento brusco de uma válvula na tubulação de 1000 mm com variação de velocidade de 2,5 m/s para zero, instantaneamente.

Tabela 1 - Características aproximadas para tubos de Aço, Ferro Fundido e PEAD.

Material	Módulo de elasticidade (GPa)	Celeridade (m/s)	Diâmetro (mm)	Rugosidade C de H. W.	Veloc. (m/s)	Perda unitária J (m/m)	+/- Pulso de Sobrepressão de ALLIEVI (mH ₂ O)
Aço	200	1000	1000	120	2,5	0,0015	254,84
Ferro Fundido	170	1200	1000	130	2,5	0,0013	305,81
PEAD	1	324	1000	140	2,5	0,0011	82,57

No caso do PEAD o Pulso de pressão instantâneo chega a ser 3 vezes menor que no Aço e 3,7 vezes menor que no Ferro Fundido. O que representa significativa redução nos custos com dispositivos de proteção contra os transitórios gerados por variações bruscas no regime de escoamento da adutora sejam elas por falta de energia ou manobras operacionais no sistema.

- c) Consumo de energia elétrica: Nos três casos há pequena diferença, mas é significativo: a tubulação de Aço chega a ter consumo de energia no recalque por bombeamento de 36% mais que na tubulação de PEAD e o ferro 9% mais que em tubulações de PEAD.

CONCLUSÕES

Para a análise comparativa baseada na produtividade, segurança operacional contra transientes e consumo de energia elétrica, os tubos e conexões que oferecem a melhor viabilidade são os tubos de PEAD. Estes apresentaram maior produtividade, menor custo com dispositivos de controle de transientes hidráulicos, menor consumo de energia elétrica e a maior facilidade de execução no assentamento da adutora.

Os tubos de PEAD e Aço, por sua conexão em solda, reduzem ou quase eliminam a necessidade de ancoragem em relação ao ferro fundido. Porém as curvas em aço duram até um dia por solda, o que reduz bastante a produtividade de uma equipe em relação aos tubos de PEAD. Por serem flexíveis, os tubos de PEAD admitem uma flexão limitada em função do seu SDR. Nos casos em que as curvas mais acentuadas não atenderem ao SDR permitido é possível utilizar colarinhos flangeados em junção com peças em ferro fundido ou aço.

O PEAD, por ser um material plástico, e consequentemente de baixa rugosidade, o escoamento por seu interior é praticamente turbulento liso. Isto impacta no menor consumo de energia em relação aos materiais metálicos, os quais tem maior rugosidade interna.

Quanto aos transientes, a flexibilidade do PEAD impacta na menor celeridade da onda de perturbação do escoamento, consequentemente em menores picos de pressão na linha. Em função deste fato, há menor necessidade de dispositivos de segurança contra transientes hidráulicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-12215 – Projeto de Adutora de Água Para Abastecimento Público - Procedimento. Rio de Janeiro, 1991;
- AZEVEDO NETTO, J. M.. Manual de Hidráulica. 8ª Ed. Edgard Blücher: São Paulo, 1998;
- BRUNETTI, F.. Mecânica dos Fluidos. 2ª Ed. Pearson: São Paulo, 2008;
- SANT-GOBAIN CANALIZAÇÃO. Catálogo Saint-Gobain Canalização. Rio de Janeiro, 2012.
- DANIELETTO, J. R. B. Manual de tubulações de polietileno e polipropileno: características, dimensionamento e instalação. 1.ª edição, Editora Linha Aberta – São Paulo, 2007.
- FOX, R.W; McDONALD, A. T.; PRINTCHARD, P. J.. Introdução à Mecânica dos Fluidos. 6ª ed.. LTC: Rio de Janeiro, 2006

7. PORTO, R. M.. Hidráulica Básica. 3ª Ed. EESC-USP: São Carlos, 2004;
8. SABESP. Norma Técnica NTS-0 59 - Requisitos para soldadores, instaladores e fiscais de obras executadas com tubos de polietileno e conexões de polietileno ou polipropileno. Acessado em 12/01/2017. Disponível em: <http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS059.pdf>
9. SABESP. Norma Técnica NTS-060 - Execução de solda em tubos e conexões de polietileno por termofusão (solda de topo). Acessado em 12/01/2017. Disponível em: <http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS060.pdf>