

CODIGO	VERSAO	DATA DA APROVAÇÃO	DOCUMENTO
NT-2B.2	03	16/02/2024	NOTA TÉCNICA
ASSUNTO			
TUBULAÇÃO METÁLICA – AÇO CARBONO ASTM A1018SS AWWA C200/NBR 9797 ASSENTADAS – INFRAESTRUTURA – DIMENSIONAMENTO *			

1. OBJETIVO

1.1 Esta Nota Técnica refere-se ao **dimensionamento** de tubulação metálica – **aço carbono** ASTM A1018SS assentados (enterrados) em redes de infraestrutura da Sanepar, conforme definido na Nota técnica 05 – Tubulações SAA e SES – Requisitos e Nota Técnica 02b.1 – Tubulação metálica – Aço carbono ASTM A1018SS AWWA C200/NBR 9797 assentados – Infraestrutura.*

2. DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR

2.1 Devem ser seguidas as normas – seus apêndices e suas normas de referência – em suas últimas revisões – em todas as atividades pertinentes ao projeto, à fabricação, ao fornecimento, à montagem, à instalação e aos testes. Para acessar as especificações e códigos de materiais da Sanepar, consultar em http://site.sanepar.com.br/informacoes_tecnicas → Códigos de Materiais ou <http://licitacao.sanepar.com.br> → Licitações de Bens e Serviços → Marcas. Para acessar este documento, consultar: <http://site.sanepar.com.br> → Fornecedores → Informações Técnicas → MPS → MPS (última versão vigente) → Módulo 16 – Notas Técnicas → Nota Técnica 2b.2.

Tabela 01 – Documentos de referência.

Documento	Descrição
AWWA C 200	Steel water pipe, 6 In. (150 mm) and larger (<i>Tubo de água em aço AWWA C200-12, 6 in. (150 mm) e maior</i>).*
AWWA C 208	AWWA Standard for dimensions for steel water pipe fittings (<i>Padrão AWWA para dimensões para conexões de tubulações de água de aço</i>)*
AWWA C 210 FBE	AWWA Standard for liquid-epoxy coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines. (<i>Padrão AWWA para Sistemas de revestimento líquido-epóxi para o interior e exterior de oleodutos de água de aço.</i>)*
ISO 10803	Design method for ductile iron pipes (<i>Método de projeto para tubos de ferro dúctil</i>).
ABNT NBR 9797	Tubo de aço-carbono eletricamente soldado para condução de água de abastecimento.
Sanepar – MPS Módulo 16 – Nota Técnica 02B.1	Tubulação metálica – Aço carbono ASTM A1018SS AWWA C200/NBR 9797 assentados infraestrutura.*
Sanepar – MPS Módulo 16 – Nota Técnica 05	Tubulações para SAA e SES – Requisitos.*

3. LISTA DE SIGLAS E EXPRESSÕES*

ASTM – ASTM INTERNATIONAL – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (*SOCIEDADE AMERICANA PARA TESTES E MATERIAIS*). *

AWWA – AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (*ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE TRABALHO*)
SANEPAR – Informação Pública / GPES – Gerência Projetos Especiais
Página 1 de 5

CODIGO	VERSAO	DATA DA APROVAÇÃO	DOCUMENTO
NT-2B.2	03	16/02/2024	NOTA TÉCNICA
ASSUNTO			
TUBULAÇÃO METÁLICA – AÇO CARBONO ASTM A1018SS AWWA C200/NBR 9797 ASSENTADAS – INFRAESTRUTURA – DIMENSIONAMENTO *			

DE ÁGUA). *

CR – COEFICIENTE DE RIGIDEZ.

GPES – GERÊNCIA PROJETOS ESPECIAIS.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.

kgf/cm² – QUILOGRAMA FORÇA POR CENTIMETRO QUADRADO.

NT – NOTA TÉCNICA.

SAA – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA. *

SES – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO. *

* – ALTERAÇÃO EM RELAÇÃO A VERSÃO ANTERIOR DESTES DOCUMENTOS.

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS*

4.1 Esta nota técnica trata-se de requisitos de dimensionamento e desempenho da tubulação de aço carbono AWWA C200/NBR 9797. *

5. REQUISITOS DE DIMENSIONAMENTO E DESEMPENHO DA TUBULAÇÃO

5.1 DIMENSIONAMENTO GERAL

5.1.1 Na avaliação da alternativa de material da tubulação deve ser dimensionado e apresentado os resultados levando em consideração:

- As cargas externas.
- A pressão interna.
- O fator de rigidez.
- As deformações específicas do material proposto, as características hidráulicas considerando o diâmetro interno.
- Perdas de carga previstas.
- As propostas indicadas na especificação de tubulações da Sanepar (ver NT 05).

5.2 PRESSÕES INTERNAS

5.2.1 Os tubos, conexões e as juntas devem atender às **pressões mínimas de vácuo e máximas atuantes** correspondente à classe de pressão indicadas na planilha de materiais no projeto e/ou na norma de fabricação. *

CODIGO	VERSAO	DATA DA APROVAÇÃO	DOCUMENTO
NT-2B.2	03	16/02/2024	NOTA TÉCNICA
ASSUNTO			
TUBULAÇÃO METÁLICA – AÇO CARBONO ASTM A1018SS AWWA C200/NBR 9797 ASSENTADAS – INFRAESTRUTURA – DIMENSIONAMENTO *			

5.3 FATOR DE RIGIDEZ (CR) E DEFORMAÇÃO DIAMETRAL (D)

5.3.1 DEFINIÇÃO DO FATOR DE RIGIDEZ (CR) PARA TUBOS ENTERRADOS

5.3.1.1 O fator de rigidez do tubo deve ser dado pela fórmula (relativa ao raio):

$$CR = E_C \times I / R^3, \text{ sendo:}$$

Tabela 02 – Legenda.

CR	Fator de Rigidez do Tubo (kgf/cm ²).
E _c	Módulo de Flexão Circunferencial (kgf/cm ²) verificado em teste de fabricação.
I	Momento de Inércia da parede do tubo em relação ao eixo longitudinal, por unidade de comprimento (cm x cm ³ /cm). $I = e^3/12$, no qual “e” é a espessura mínima da parede do tubo dimensionada para resistir às cargas.
R	Raio médio da seção do tubo (cm).

5.3.1.2 O valor do CR do material fabricado deve ser verificado por meio de metodologia de ensaio normatizada e em equipamento de compressão (do anel de amostra, entre placas paralelas). *

5.3.1.3 A deflexão ou deformação diametral (d) é a medida da flexibilidade do tubo obtida por meio da aplicação de **carga externa sobre o tubo e vácuo interno** cuja unidade é expressa em percentual do diâmetro, se houver. *

5.3.1.4 A deflexão ou deformação diametral (d) a longo prazo (diminuição do diâmetro vertical do tubo) é expressa utilizando a teoria de Spangler para tubos enterrados, **adotada pela Sanepar para verificação em qualquer material conforme artigo “Seleção Econômica de Materiais para Tubulações Enterradas” publicado na Revista Sanare (Saunitti, Rosa Maria; Tosin, Maria Regina), sendo:**

$$d = \frac{K (D_r q_t + q_m + q_v)}{CR + 0,061 E_s} = \frac{\text{Fator de Carga}}{(\text{Fator de Rigidez do Anel do Tubo}) + (\text{Fator de Rigidez do Solo})}$$

Tabela 03 – Legenda.

K	Constante de leito – adotar 0,1 considerando ângulo de apoio de 35°.
D _r	Coefficiente de deformação retardada sendo função do módulo reativo do solo da tabela 06. *
q _t	Pressão no tubo devido às cargas de terra (kgf/cm ²).

5.3.1.5 Pressão no tubo devido às cargas móveis (kgf/cm²) calculada por meio da integração de Newmark para a fórmula de Boussinesq: *

CODIGO NT-2B.2	VERSAO 03	DATA DA APROVAÇÃO 16/02/2024	DOCUMENTO NOTA TÉCNICA
ASSUNTO			
TUBULAÇÃO METÁLICA – AÇO CARBONO ASTM A1018SS AWWA C200/NBR 9797 ASSENTADAS – INFRAESTRUTURA – DIMENSIONAMENTO *			

$$q_m = C \times f \times P$$

Tabela 04 – Legenda.

C	Coefficiente de carga.
f	Fator de impacto, sendo: f = 1,5 para rodovias e f = 1,75 para ferrovias.
P	Carga distribuída na superfície (adotar para este cálculo carga tipo de 30 tf e 3 eixos).
qv	Pressão sub-atmosférica (kgf/cm ²).
CR	Fator de rigidez do tubo (kgf/cm ²).
0,061 Es	Fator de Rigidez do solo no qual “Es” é o módulo de resistência passiva do solo.

Tabela 05 – Módulo de Resistência Passiva do Solo.

Tipo de Solo	Valor de Es (kgf/cm ²) para vários graus de compactação PROCTOR			
	Despejado sem compactação	Leve 85%	Moderado 85% - 95%	Alto > 95%
Brita	70	210	210	210
Solos granulares com pouco ou nenhum material fino: GW, GP, SW, SP	14	70	140	210
Solos granulares com material fino: GM, GC, SM, SC. Solos finos com média e nenhuma plasticidade (LL≤50): CL, ML, ML-CL, com mais de 25% de material granular	7	28	70	140
Solos finos com média e nenhuma plasticidade (LL≤50): CL, ML, ML-CL, com menos de 25% de material granular	3,5	14	28	70
Solos finos com média a alta plasticidade (LL>50): CH, MH, CH-MH	Não há dados seguros. Considera-se E' = 0			

Tabela 06 – Coeficiente de Deformação Retardada.

Es (kgf/cm ²)	14	28	70	140	210
Dr	2,0	1,75	1,50	1,25	1,0

5.3.2 VALORES DO FATOR DE RIGIDEZ PARA TUBOS AÉREOS

5.3.2.1 No caso, devem ser respeitados os valores de CR mínimo correspondentes às deformações (d) conforme tabela:

Tabela 07 – Valores de referência para a deformação diametral (d) em relação ao CR para tubos aéreos.

Deformação	d=4%	d=5%	d=6%
CR mínimo (kgf/cm ²)	0,90	0,80	0,70

5.3.2.2.2 Estes valores **não** consideram o efeito de dimensionamento à pressão interna, que pode exigir aumento da parede do tubo. Esta necessidade deve ser verificada conforme pressão mínima em regime transitório. O valor (d) admitido para cada material está definido no item 5.3.3. *

CODIGO NT-2B.2	VERSAO 03	DATA DA APROVAÇÃO 16/02/2024	DOCUMENTO NOTA TÉCNICA
ASSUNTO			
TUBULAÇÃO METÁLICA – AÇO CARBONO ASTM A1018SS AWWA C200/NBR 9797 ASSENTADAS – INFRAESTRUTURA – DIMENSIONAMENTO *			

5.3.3 VALORES DO FATOR DE RIGIDEZ PARA TUBOS ENTERRADOS

5.3.3.1 No caso, devem ser respeitados os valores de CR mínimo correspondentes às deformações (d) conforme tabela:

Tabela 08 – Valores de referência para a deformação diametral (d) em relação ao CR para tubos enterrados

d	CR	Material do Tubo
até 4 %	$\geq 0,90$	Ferro Dúctil com revestimento de cimento (conf. ISO 10803/94)
até 5 %	$\geq 0,40$	Aço carbono com revestimento flexível.

Tabela 08 – Obs. 01: O fabricante, fornecedor ou proponente que apresentar proposta de alternativa de material da tubulação ao material indicado no processo licitatório conforme Nota Técnica 05 deve apresentar o cálculo das espessuras dos tubos que atendam ao fator de rigidez do tubo e deflexão diametral ou deformação diametral para os diâmetros correspondentes na fase de aprovação dos materiais pela empresa vencedora da licitação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Esta nota técnica pode ser alterada sempre que necessário.

6.2 Ver Anexo I – Seleção econômica de materiais para tubulações enterradas no final desta nota técnica para mais detalhes sobre os cálculos e equações.

6.3 Os casos omissos neste documento ou aqueles que, pelas características excepcionais, explicam estudos especiais, serão objeto de análise de decisão por parte da Sanepar.*

6. REFERÊNCIAS

7.1 TOSIN, MARIA REGINA; SAUNITTI, ROSA MARIA. **Seleção econômica de materiais para tubulações enterradas.** Revista Sanare.

7. RESPONSÁVEL(IS) PELA NOTA TÉCNICA E CONTROLE DE REVISÕES:

Tabela 09 – Revisões.

Rev.	Data	Descrição:	Elaboração:	Aprovação:
01	27/08/2019	Emissão Inicial	Téc. Eidilaine Ribeiro da Silva – GPES – CRT 1700777173	Engº Leandro Novak GPES CREA-PR 64716/D Eng. Civil Marcos Werka
02	25/11/2019	Retirada dos itens referentes à aplicação (Eles foram incluídos na NT 2B.1).	Téc. Eidilaine Ribeiro da Silva – GPES – CRT 02922106985	Engº Leandro Novak GPES CREA-PR 64716/D Eng. Civil Marcos Werka
03	05/02/2024	a) Atualização da nota técnica retirando a referência da especificação e incluindo normas e tabelas sem alterar a essência da nota técnica. b) Alterados os itens “1.1”, “2.1”, tabela 01, “3”, “4”, “5.2”, “5.3.1.2”, “5.3.1.4”, tabela 03, “5.3.1.5”, “5.3.2.2.2”, “6.3”,	Téc. Eidilaine Ribeiro da Silva – GPES – CFT/CRT04 02922106985	Engº Jonas Abilio Sestrem Junior PR87211/D, Engº Paulo Alexandre Salla Bohler, Engº CREA 99846-D/PR GPES Anderson Finamore Sabbag, Engº. CREA-PR 33668/D GPES



ePROTOCOLO

CARTA 797/2024.

Documento: **Nota_tecnica_02b.2_tubulacao_metalica_acarbono_dimensiona_r03.pdf.**

Assinatura Avançada realizada por: **Eidilaine Ribeiro da Silva (XXX.221.069-XX)** em 16/02/2024 11:31, **Jonas Abilio Sestrem Junior (XXX.523.239-XX)** em 19/02/2024 17:22 Local: SANEPAR/09320, **Anderson Finamore Sabbag (XXX.349.669-XX)** em 29/02/2024 15:19 Local: SANEPAR/09320.

Inserido ao documento **743.205** por: **Eidilaine Ribeiro da Silva** em: 16/02/2024 11:30.



Documento assinado nos termos do Art. 38 do Decreto Estadual nº 7304/2021.

A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço:
<https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código:
8730ee72262dc35de236de7ae3041a3.