
ALMACO – ASSOCIAÇÃO LATINO- AMERICANA DE MATERIAIS COMPÓSITOS
Av. Professor Almeida Prado, 532 – Prédio 31 – Térreo – Sala 01 Cidade Universitária.
CEP: 05508-901– São Paulo - SP
Contato: Paulo Camatta / camatta@ipt.br Telefone: (11) 3719-0098
Nº Orçamento: -
Data da realização do serviço: 03/02/2014 a 14/07/2014

RELATÓRIO Nº RNT933/2014

1 – OBJETIVO:

Apresentar o panorama geral do setor em função dos resultados da avaliação de 3 amostras de tubo de PRFV para infraestrutura auditados em 3 empresas, de acordo com os requisitos especificados na norma de referência do Programa Setorial da Qualidade de Tubos de PRFV, Norma Brasileira **ABNT NBR 15536-1: 2007 *Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais – Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV) - Parte 1: Tubos e juntas para adução de água.***

Os ensaios abrangidos foram:

- Análise Visual e Marcação;
- Verificação Dimensional;
- Ensaio de Determinação da Classe de Rigidez (com Avaliação de Falha Interna e Falha Externa);
- Ensaio de Resistência à Tração Circunferencial;
- Ensaio de Resistência à Compressão Axial;
- Ensaio de Resistência à Tração Axial.

2 – EMPRESAS PARTICIPANTES:

Tabela 1: Empresas auditadas pelo programa.

Empresa	Localização das fabricas	Marcas comerciais
JOPLAS	Marechal Deodoro/ AL	JOPLAS
O-TEK	Ipeúna/SP	O-TEK
PETROFISA	Mandirituba/PR	PETROFISA

3 – METODOLOGIA:

3.1 Análise visual e marcação

3.1.a - Norma de referência:

ABNT NBR 15536-1: 2007 Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais – Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV). **Itens:** 4.1.4, 4.1.5 e 7.1

3.1.b - Condições de ensaio:

Aspecto visual: Os tubos devem apresentar-se livres de defeitos tais como ressaltos, rebarbas, delaminações, bolhas, incrustações, fissuras, trincas, cavidades, furos, pites ou áreas ou pontos secos de resina.

Acabamento: As pontas dos tubos devem ser chanfradas com ângulo de $30\pm 2^\circ$. Deve ser realizado um acabamento superficial de resina na região chanfrada e a extremidade inferior do chanfro deve estar acima da extremidade superior do liner.

Marcação: A marcação dos tubos deve ser legível e indelével com no mínimo, as seguintes informações:

- Diâmetro nominal (DN) e se interno (I) ou externo (E);
- Classe de pressão, em MPa;
- Classe de rigidez, em N/m²;
- Código de rastreabilidade do produto;
- Nome ou marca de identificação do fabricante;
- Tipo de resina do liner e do reforço;
- Água ou esgoto sanitário, ou águas pluviais;
- Referência à Norma.

3.1.c - Resultados:

A tabela abaixo apresentam os resultados da análise visual e de marcação das amostras de tubos de PRFV analisadas nas visitas de auditoria.

Tabela 2: Análise visual e de marcação dos tubos de PRFV.

Amostra	Aspecto Visual	Marcação
NT141467	Sem irregularidades	De acordo com a norma
NT141527	Sem irregularidades	De acordo com a norma
NT141532	Sem irregularidades	De acordo com a norma

3.2 Verificação Dimensional

3.2.a - Norma de referência:

ABNT NBR 15536-1: 2007 Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais – Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV). **Anexo A:** Verificação Dimensional.

3.2.b - Condições de ensaio:

Diâmetro externo: Os tubos de PRFV devem ter a produção controlada pelo diâmetro externo. Os diâmetros externos e respectivas tolerâncias devem estar de acordo com as Tabelas 1 e 2 da norma, Item 4.1.6.1.

Comprimento: Os tubos devem ser fornecidos nos comprimentos úteis constantes de 3, 6, 9, 12, 14 ou 18m, com tolerância de $\pm 2\%$ para tubos com 3m e $\pm 1\%$ para os demais.

No máximo 15% dos tubos fornecidos podem ser entregues com comprimentos diferentes do especificado, desde que não seja inferior a 75% do comprimento útil especificado.

Espessura de parede: A espessura média de parede do tubo não deve ser menor que a espessura nominal declarada pelo fabricante. A espessura mínima, em qualquer ponto, não deve ser menor que 87,5 % da espessura nominal, medida de acordo com o Anexo A da referida Norma.

Ovalização: A ovalização deve ser inferior ou igual aos valores da Tabela 4, Item 4.1.6.4 da Norma.

3.2.c - Resultados:

Tabela 3: Verificação dimensional dos tubos de PRFV.

Amostra	Comprimento	Diâmetro	Espessura	Ovalização
NT141467	Dentro da tolerância prescrita			
NT141527	Dentro da tolerância prescrita			
NT141532	Dentro da tolerância prescrita			

3.3 Ensaio de determinação da classe de rigidez

3.3.a - Norma de referência:

ABNT NBR 15536-1: 2007 Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais – Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV) - Parte 1: Tubos e juntas para adução de água. **Anexo C:** Ensaio de determinação da classe de rigidez.

3.3.b - Condições de ensaio:

Corpo de prova: no mínimo 3 segmentos de tubo, isento de bolsa ou ponta, com comprimento de três vezes o diâmetro nominal ou 300mm, o que for menor.

Velocidade: $12,0 \pm 0,5$ mm/min até a deformação diametral de 5% em relação ao diâmetro médio e os níveis A e B.

A rigidez de um tubo não deve ser inferior à classe de rigidez especificada. Nas condições em que ela for superior à classe de rigidez, os níveis de deformação diametral A e B para o ensaio devem ser calculados conforme as equações a seguir, com três algarismos significativos:

$$Nivel A = \frac{194}{R^3} (\%) \quad Eq. (1)$$

$$Nivel B = \frac{324}{R^3} (\%) \quad Eq. (2)$$

Onde R é a rigidez do tubo, em Newtons por metro quadrado.

Nível A – Os corpos de prova não devem apresentar evidências visuais, a olho nu, de fissuras, fendas ou ruptura das superfícies interna e externa;

Nível B – Os corpos de prova não devem apresentar evidências visuais, a olho nu, de dano estrutural da parede, tais como: separação interlaminar, ruptura do reforço de fibra de vidro, fratura ou colapso da parede do tubo. Neste nível, trincas na superfície interna não são consideradas falhas.

3.3.c - Resultados:

A tabela a seguir apresenta os resultados dos ensaios de determinação da classe de rigidez nas amostras de tubos de PRFV coletadas nas auditorias.

Tabela 4: Resultados dos ensaios de determinação da classe de rigidez dos tubos de PRFV

Amostra	Constatação quanto Determinação da Classe de Rigidez
NT141467	Classe de rigidez superior à classe de rigidez mínima exigida pela norma e apresentada na marcação dos tubos.
NT141527	Classe de rigidez superior à classe de rigidez mínima exigida pela norma e apresentada na marcação dos tubos.
NT141532	Classe de rigidez superior à classe de rigidez mínima exigida pela norma e apresentada na marcação dos tubos.

3.4 Ensaio de resistência a tração circunferencial

3.4.a - Norma de referência:

ABNT NBR 15536-1: 2007 Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais – Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV) - Parte 1: Tubos e juntas para adução de água. **Anexo D:** Ensaio de resistência à tração circunferencial.

3.4.b - Condições de ensaio:

Método A: Ensaio por tracionamento de anel.

Corpo de prova: cinco segmentos anelares do tubo de PRFV com redução de seção.

Velocidade: 12,0±0,5 (mm/min).

Os corpos-de prova devem atingir ou exceder a força circunferencial requerida por unidade de comprimento calculada pelas Equações 3 e 4 (a que for maior).

$$F = \frac{S_i}{S_r} x (P x r) \quad \text{Eq. (3)} \qquad F = 4,0 x (P x r) \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

F é a mínima força circunferencial requerida por unidade de comprimento, expressa em quilonewtons (kN/m) por metro;

S_i tensão circunferencial inicial de ruptura em quilonewtons por metro quadrado;

S_r tensão circunferencial na classe de pressão em quilonewtons por metro quadrado;

P classe de pressão especificada em quilonewtons por metro quadrado;

r raio médio do tubo em metros = (diâmetro externo – espessura de parede total)/2.

Os valores de S_i e S_r são estabelecidos conforme o ensaio de pressão hidrostática de longa duração e não estavam disponíveis na emissão dos relatórios. Desta forma, o requisito foi verificado de acordo com a Equação 4.

3.4.c- Resultados:

A Tabela 5 apresenta os resultados dos ensaios de resistência à tração circunferencial nas amostras de tubos de PRFV.

Tabela 5: Resultados dos ensaios de resistência à tração circunferencial

Amostra	Constatação quanto à tração circunferencial
NT141467	Força circunferencial por unidade de comprimento superior ao valor especificado.
NT141527	Força circunferencial por unidade de comprimento superior ao valor especificado.
NT141532	Força circunferencial por unidade de comprimento superior ao valor especificado.

3.5 Ensaio de resistência à tração axial

3.5.a - Norma de referência:

ABNT NBR 15536-1: 2007 Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais – Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV) - Parte 1: Tubos e juntas para adução de água. **Anexo G:** Ensaio de resistência à tração axial.

3.5.b - Condições de ensaio:

Corpo de prova: cinco corpos de prova.

Em forma de gravatinha ou tira para o Método A, ou em forma de placa quadrada extraída da parede do tubo para o Método C.

Velocidade: 1 mm/min

Determinar a força axial por unidade de comprimento circunferencial na ruptura devido à tração axial em tubos de PRFV bem como o alongamento médio na ruptura (possível pelos Métodos A ou B).

Método C: Determinar a força axial por unidade de comprimento circunferencial na ruptura devido à tração axial em tubos de PRFV.

O cálculo da tensão axial de ruptura para cada corpo de prova deve ser calculado conforme Equação 5:

$$\sigma_{lc} = \frac{F}{b_G - (2 \times r \times ((1/\cos\theta) - 1))} \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde:

σ_{lc} é a tensão axial de ruptura, expressa em Newtons por milímetro de circunferência (N/mm);

F é o carregamento máximo, expresso em Newtons (N);

b_G é a largura do corpo-de-prova, expressa em milímetros (mm)

r é o raio de entalhe, expresso em milímetros (mm);

θ é o ângulo de rolamento do reforço, em graus. Se forem usados dois ou mais ângulos de enrolamento, considerar como θ o menor ângulo.

De acordo com a norma os corpos de prova devem apresentar alongamento médio mínimo de 0,25% na ruptura e a força axial por unidade de comprimento circunferencial na ruptura deve atingir ou exceder o valor de resistência à tração axial, especificados na Tabela 5 da norma, item 4.1.11.2.

3.5.c - Resultados:

A Tabela 6 apresenta os resultados dos ensaios de resistência à tração axial nas amostras de tubos de PRFV.

Tabela 6: Resultados dos ensaios de resistência à tração axial

Amostra	Constatação quanto resistência à tração axial	
	Tensão Axial de Ruptura	Alongamento
NT141467	Superior ao valor especificado.	Superior ao valor mínimo especificado.
NT141527	Superior ao valor especificado.	-
NT141532	Superior ao valor especificado.	Superior ao valor mínimo especificado.

3.6 Ensaio de resistência à compressão axial

3.6.a - Norma de referência:

ABNT NBR 15536-1: 2007 Sistemas para adução de água, coletores-tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais – Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV) - Parte 1: Tubos e juntas para adução de água. **Anexo E:** Ensaio de resistência à compressão axial.

3.6.b - Condições de ensaio:

Método A: Tensão de Compressão e da carga de ruptura na compressão.

Corpos de prova: 5 corpos de prova com espessura da seção transversal (e) e comprimento do corpo de prova (C) tal que a relação C/e esteja dentro da escala de 11:1 a 16:1.

Velocidade: 1,3±0,3 mm/min.

Verificar as propriedades mecânicas dos tubos de PRFV quando à compressão na direção longitudinal. O ensaio determina a força de compressão na ruptura.

Os corpos de prova devem atingir ou exceder a mínima força de compressão axial especificada na Tabela 8 da norma (Item 4.1.13) e atender ao requisito de tração axial especificado no **Item 3.5** deste relatório, ou 4.1.11 da norma.

3.6.c - Resultados:

Tabela 7: Resultados do ensaio de resistência à compressão

Amostra	Constatações quanto resistência à compressão
NT141467	Superior ao valor especificado.
NT141527	Superior ao valor especificado.
NT141532	Superior ao valor especificado.

4 – RESUMO DOS RESULTADOS:

A Figura 1 apresenta os resultados em percentual de aprovação das amostras por ensaios realizados no ano corrente.

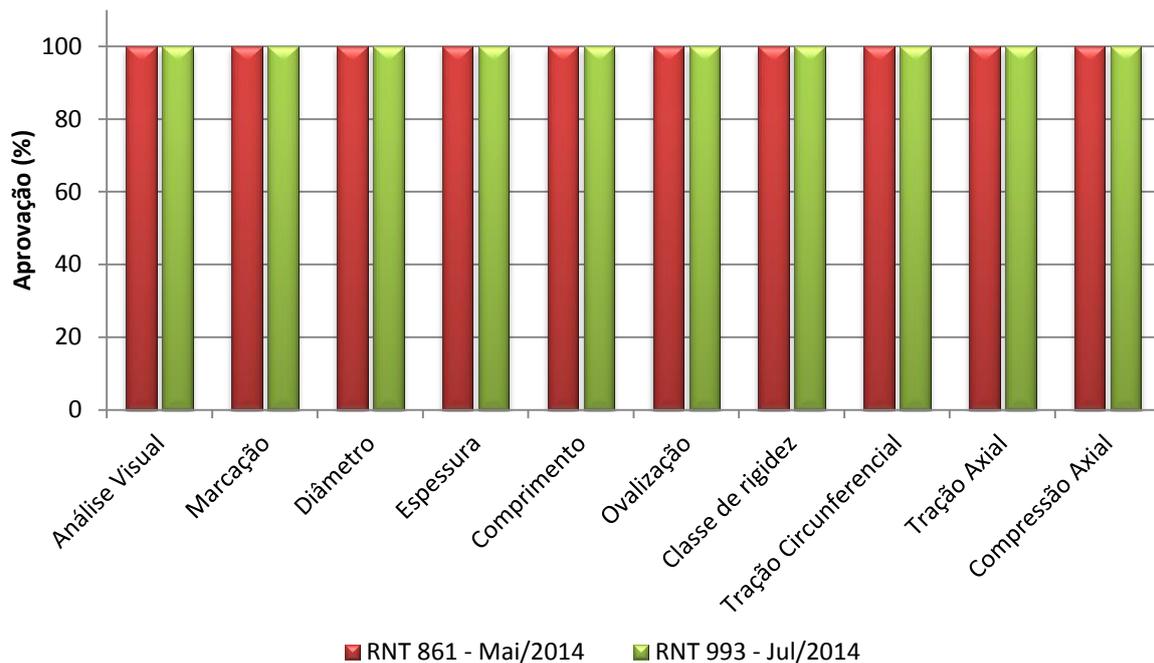


Figura 1: Percentual de aprovação das amostras avaliadas em relação aos requisitos analisados pelo programa.

5 – COMENTÁRIOS FINAIS:

Da análise dos resultados dos ensaios realizados nas amostras de tubos de PRFV auditados nas empresas participantes, afirma-se que os requisitos avaliados e relatados neste relatório atenderam ao especificado pela norma de referência do Programa Setorial da Qualidade de Tubos de PRFV, ABNT NBR 15536:2007.

São Carlos, 17 de julho de 2014.

Eng. Dr. Miguel Luis de Souza
Responsável técnico
CREA: 0605056757
miguel@labnewtech.com.br

Nota: Os resultados obtidos somente se referem ao(s) material(is) ensaiado(s), nas condições especificadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra. A reprodução parcial requer aprovação formal deste laboratório. A Newtech não é responsável pelo uso ou interpretações indevidas que se possam fazer deste documento.

-----FIM DO RELATÓRIO-----