

 <p>INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS</p> <p>Av. Prof. Almeida Prado, 532 Cidade Universitária - Butantã CEP 05508-901 São Paulo - SP Tel: (11) 3767-4164 Fax: (11) 3767-4961 ipt@ipt.br / www.ipt.br</p>	<p>Produto</p> <p>Tubos corrugados de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado para uso nas tubulações dos sistemas de microdrenagem de áreas internas de empreendimentos residenciais e comerciais</p> <p>Proponente</p> <p>Tubos Tigre ADS do Brasil Ltda.</p> <p><u>Unidade fabril Rio Claro:</u> Av. Penwalt, 270 – Distrito Industrial, Rio Claro, SP CEP 13505-650. Tel: (11) 98288-3046</p> <p><u>Unidade fabril Marechal Deodoro:</u> Rodovia Divaldo Suruagy km 424, Lote 202 a 205, Mal. Deodoro - AL, 57160-000 Home page: https://www.tigre-ads.com/brasil/ e-mail: adsqualidade@tigre-ads.com</p>	 <p>PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT</p> 
<p>Emissão Outubro/2024</p> <p>Validade Setembro/2027</p>	<p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pela ITA IPT e a decisão dos Técnicos Especialistas, indicados conforme a Portaria nº 3.259, de 29 de dezembro de 2020, do Ministério do Desenvolvimento Regional, a Secretaria Nacional de Habitação resolveu conceder às “Tubulações corrugadas de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado” o Documento de Avaliação Técnica Nº 044. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para este sistema de tubulações, destinado à microdrenagem de áreas internas de empreendimentos residenciais e comerciais, e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p>DATec Nº 044A</p>

Considerações adotadas na avaliação técnica dos “tubos corrugados de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado”:

- Este DATec se refere ao produto “tubos corrugados de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado para microdrenagem de áreas internas de empreendimentos residenciais e comerciais”. Estes tubos não devem ser utilizadas em drenagem pública, drenagem de rodovias, estações rodoviárias, ferrovias, aeroportos, e coleta de esgotos;
- Os tubos corrugados de polietileno, objeto deste DATec, devem ser utilizados enterrados e em redes não pressurizadas;
- O produto objeto deste DATec é produzido nas unidades fabris da empresa Tubos Tigre ADS do Brasil Ltda. localizadas em Rio Claro/SP e em Marechal Deodoro/AL;
- Os diâmetros internos dos tubos objeto deste DATec variam de 300 mm a 1 500 mm;
- O percentual máximo de polietileno de alta densidade reciclado pós-consumo incorporado ao composto utilizado na fabricação dos tubos é de 60 %;
- O composto utilizado na fabricação dos tubos deve conter o percentual mínimo de 4 % de resina virgem de polietileno de alta densidade;
- Para mudanças de diâmetro, de inclinação, de direção do fluxo ou transição para outros tipos de tubulações devem ser utilizados poços de visita em concreto conforme a ABNT NBR 16085:2020.

Os tubos corrugados de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado (Figura 1) destinam-se à microdrenagem de áreas internas de empreendimentos residenciais e comerciais.

A tecnologia consiste na incorporação de polietileno de alta densidade¹ reciclado (pós-consumo² e pós-indústria³) ou polietileno reprocessado⁴ juntamente com resina de polietileno virgem para a fabricação do composto utilizado na extrusão dos tubos.



Figura 1 – Tubos corrugados.

A Figura 2 apresenta exemplos de origens do polietileno de alta densidade utilizado na fabricação dos tubos objeto deste DATec.



(a) Pós-consumo.



(b) Pós-indústria.



(c) Reprocessado.

Figura 2 – Exemplos de origens do polietileno de alta densidade reciclado e reprocessado.

O polietileno de alta densidade reciclado passa por todo um processo de separação, lavagem, moagem, extrusão e granulação para que possa ser então incorporado ao composto utilizado na fabricação dos tubos, juntamente com a resina de polietileno virgem e aditivos.

¹ Considera-se como polietileno de alta densidade (PEAD) aquele que apresenta densidade no intervalo de 0,941 g/cm³ a 0,965 g/cm³, conforme classificação citada na norma ASTM D 3350-21 – *Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials*;

² Polietileno de alta densidade reciclado pós-consumo: polietileno de alta densidade obtido a partir de produtos que tenham servido ao consumidor (por exemplo, garrafas de detergentes, leites e outros produtos de consumo);

³ Polietileno de alta densidade reciclado pós-indústria: polietileno de alta densidade recuperado no processo de manufatura e que não chegou ao usuário final;

⁴ Polietileno de alta densidade reprocessado: polietileno de alta densidade preparado a partir de tubos ou conexões produzidos pelo próprio fabricante dos tubos objeto deste DATec, que foram rejeitados e não utilizados, inclusive suas aparas.

1. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE TUBULAÇÕES

Os tubos são fabricados na cor preta com uma faixa co-extrudada na cor verde. Possuem comprimento padrão de 6 000 mm (porém, podem ser fornecidos em outros comprimentos) e em diâmetros internos de 300 mm a 1 500 mm.

Os tubos possuem parede dupla, sendo a parede interna lisa (superfície que fica em contato com a água de escoamento) e a parede externa com corrugações anelares ocas. Uma das extremidades do tubo acomoda o anel de vedação elastomérico (ponta) e a outra extremidade (bolsa) é preparada para receber a “ponta” de outro tubo a ser acoplado (vide Figura 3). A região da união entre os tubos é reforçada por uma ou duas cintas de fibra de vidro de 50 mm de largura e cor verde.



Figura 3 – União dos tubos corrugados de polietileno.

A união entre os tubos é realizada por meio do acoplamento da ponta de um tubo com a bolsa de outro tubo, cuja estanqueidade é garantida pelo anel elastomérico instalado na superfície externa da “ponta” do tubo.

Quando ocorrerem mudanças tais como transição para outros tipos de tubos, diâmetro, inclinação ou direção do fluxo devem ser utilizados poços de visita em concreto conforme a ABNT NBR 16085:2020.



Figura 4 – Chegada do tubo de polietileno ao poço de visita de concreto.

1.1 Condições e limitações de uso

Os tubos são fabricados dentro da faixa de diâmetros internos compreendida entre 300 mm a 1 500 mm. O percentual máximo de polietileno de alta densidade reciclado pós-consumo incorporado ao composto utilizado na fabricação dos tubos é de 60 %, sendo que para o

polietileno reprocessado e o reciclado pós-indústria não há um percentual máximo estabelecido. Adicionalmente, o composto contém o percentual mínimo de 4 % de resina virgem de polietileno de alta densidade.

Para a instalação dos tubos objeto deste DATec, devem ser observadas as recomendações referentes ao manuseio, armazenamento e instalação constantes do *Manual de Bolso para instalação de tubulações corrugadas Tigre-ADS*. Estes tubos não devem ser utilizados em drenagem pública, drenagem de rodovias, estações rodoviárias, ferrovias e aeroportos, e coleta de esgotos.

2. DIRETRIZ PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA

A avaliação técnica foi realizada de acordo com a “Diretriz SiNAT n° 013 – Diretriz para Avaliação Técnica de Tubulações corrugadas de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado para microdrenagem de áreas internas de empreendimentos residenciais e comerciais”.

3. INFORMAÇÕES E DADOS TÉCNICOS

Este item apresenta as características técnicas dos tubos objeto deste DATec (item 3.1), bem como as orientações fornecidas pelo detentor da tecnologia para a sua instalação (item 3.2) de forma a garantir o desempenho adequado do produto.

3.1 Características técnicas

O detentor da tecnologia realiza a caracterização e controle da qualidade em todas as etapas do processo, as quais são ilustradas na Figura 5. Os resultados desta caracterização são apresentados nos itens 3.1.1 a 3.1.4.



Figura 5 – Etapas em que o detentor da tecnologia realiza a caracterização e controle da qualidade.

3.1.1 Matéria-prima

Os principais insumos utilizados na fabricação dos tubos objeto deste DATec são o polietileno de alta densidade reciclado (pós-consumo ou pós-indústria), polietileno de alta densidade reprocessado, polietileno de alta densidade virgem e aditivos. Todos esses insumos passam por ensaios de caracterização e de controle de qualidade realizados pelo próprio fornecedor do insumo e também pelo detentor da tecnologia. As características do polietileno reciclado são apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1 – Características do polietileno reciclado utilizado na fabricação do composto dos tubos.

Requisito	Característica
Densidade	entre 0,940 g/cm ³ e 0,960 g/cm ³
Índice de fluidez	menor que 0,6 g/10 min (2,16 kg / 190 °C)
Teor de polipropileno	menor que 7 %
Verificação da toxicidade ⁽¹⁾	Limites máximos estabelecidos pela Tabela A.3 da Diretriz SiNAT n° 013 para os inorgânicos, pesticidas e outros orgânicos

Nota (1): Requisito aplicável aos lotes de polietileno reciclado de acordo com o fluxograma apresentado na Figura A.1 da Diretriz SiNAT n°013.

3.1.2 Composto de polietileno utilizado na fabricação dos tubos

O composto de polietileno utilizado na fabricação dos tubos é resultado da homogeneização dos insumos citados em 3.1.1, cujas proporções variam em função das características técnicas de cada insumo. Estas proporções são definidas pelo detentor da tecnologia para cada lote de produção, tendo como objetivo obter um composto que atenda as características exigidas pela Diretriz SiNAT nº 013 e que proporcione a produção de tubos que também atendam a esta especificação.

A Tabela 2 apresenta o resumo das características do composto utilizado na fabricação dos tubos objeto deste DATec e que foram ensaiados durante a avaliação técnica. Os resultados atenderam aos critérios estabelecidos pela Diretriz SiNAT nº 013 e são apresentados nos Relatórios Técnicos IPT nº150 040-205 e nº171 626-205.

Tabela 2 – Características do composto utilizado na fabricação dos tubos.

Requisito	Característica
Densidade	entre 0,947 g/cm ³ e 0,955 g/cm ³
Índice de fluidez	menor que 1,6 g/10 min (5 kg / 190 °C)
Módulo de flexão	maior que 758 MPa
Tensão de escoamento na tração	maior que 21 MPa
Teor de negro de fumo	entre 2 % a 4 %
Tempo de oxidação induzida	maior que 20 minutos
Teor de cinzas	menor que 2 %
Teor de polipropileno	menor que 5 %
Resistência química	Variação menor que 20 % entre os valores da tensão máxima e o alongamento máximo de corpos de prova expostos e não expostos a agentes químicos

3.1.3 Tubos

Complementarmente ao exposto no item 1, os tubos objeto deste DATec (ver Figura 6) são classificados conforme o diâmetro nominal (DN) e que corresponde a aproximadamente ao diâmetro interno do tubo em milímetros.



Figura 6 – Tubo corrugado de polietileno objeto deste DATec – desenho típico.

As marcações dos tubos fabricados nas unidades fabris de Rio Claro/SP e Marechal Deodoro/AL apresentam as seguintes informações:

- Nome ou marca do fabricante;

- Diâmetro nominal;
- Rigidez anelar nominal;
- “PE”;
- A informação sobre o uso do polietileno reciclado: “contém PE reciclado”;
- Referência à Diretriz SINAT nº 013;
- Número de fabricação que permite rastreabilidade.

A marcação dos tubos fabricados na unidade de Rio Claro/SP é indelével, realizada por micro punção, em intervalos máximos de 2 metros, conforme apresentado na Figura 7:



Figura 7 – Marcação impressa nos tubos produzidos na unidade fabril de Rio Claro/SP.

A marcação dos tubos fabricados na unidade de Marechal Deodoro/AL é indelével, realizada por laser, também em intervalos máximos de 2 metros, conforme apresentado na Figura 8.



Figura 8 – Marcação impressa nos tubos produzidos na unidade fabril de Marechal Deodoro/AL.

Na superfície externa da bolsa dos tubos é afixada uma etiqueta adesiva (ver Figura 9) que contém as instruções para realização das juntas e QR code para facilitar o acesso ao “Manual de Bolso para instalação de tubulações corrugadas Tigre-ADS”.



ADS
TIGRE

INSTRUÇÃO PARA INSTALAÇÃO DA JUNÇÃO PONTA E BOLSA DOS TUBOS TIGRE – ADS
É responsabilidade do cliente o cuidado com os produtos.

Para instalação CORRETA da junção Ponta e Bolsa, seguir os passos abaixo:

Passo 1 – Remover a fita plástica protetora dos anéis de borracha.
Passo 2 – Verificar que os anéis de vedação estão bem alojados nos encaixes das pontas.
Passo 3 – Limpar completamente os anéis de borracha e o interior da bolsa.
Passo 4 – Aplicar Pasta Lubrificante no interior da bolsa e sobre os anéis de borracha.
Passo 5 – Alinhar o tubo e empurrar a ponta para dentro da bolsa, certificando-se que o acoplamento siga o alinhamento do tubo. Não permitir que terra, pedras, lixo e nem outros objetos causem interferência durante o acoplamento.

ADVERTENCIA – Os tubos instalados sem anéis de borracha ou sem a quantidade suficiente de pasta lubrificante anula a garantia do acoplamento. Nesse caso, a instalação deverá ser refeita.

Para maiores informações e detalhes de instalação, consulte nosso **Manual de bolso para Instalação de tubos corrugados** Disponível para download em nosso site: <http://www.tigre-ads.com/brasil/pt/downloads> ou pelo QR Code acima.

Em caso de dúvidas, entrar em contato com nosso departamento técnico: atecnica@tigre-ads.com

A Tigre-ADS se isenta de qualquer responsabilidade pela incorreta instalação dos produtos, sendo esta exclusivamente do cliente.

Figura 9 – Etiqueta adesiva com instruções para realização das juntas e “QR code” para acessar o manual de instalação.

Os tubos, objeto deste DATec, atendem aos critérios estabelecidos pela Diretriz SiNAT n° 013, conforme constam nos Relatórios Técnicos IPT N° 165 593-205, N° 171 206-205, N° 171 626-205 e N°172 312-205 e cujas características são resumidas na Tabela 3.

Tabela 3 – Características dos tubos

Requisitos	Característica																																										
Aspecto visual	Cor preta com faixa co-extrudada na cor verde, aspecto uniforme, e superfície isenta de corpos estranhos, bolhas, rachaduras ou outros defeitos visuais que indiquem descontinuidade do composto ou do processo de extrusão.																																										
Marcação	Marcação dos tubos com todos os dizeres exigidos pela Diretriz SiNAT n°013. A marcação é indelével e impressa em intervalos de 2 metros.																																										
Análise dimensional (diâmetro interno, espessura de parede interna e comprimento)	Os diâmetros internos e as espessuras mínimas da parede interna (ver Figura 10) dos tubos são os apresentados a seguir:																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diâmetro nominal DN</th> <th>Diâmetro interno mínimo (mm)</th> <th>Espessura mínima da parede interna (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>294</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>375</td> <td>369</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>392</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td>450</td> <td>450</td> <td>1,3</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>490</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>588</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>750</td> <td>751</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>785</td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>900</td> <td>902</td> <td>1,7</td> </tr> <tr> <td>1 000</td> <td>985</td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>1 050</td> <td>1 051</td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>1 200</td> <td>1 185</td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>1 500</td> <td>1 501</td> <td>2,0</td> </tr> </tbody> </table>	Diâmetro nominal DN	Diâmetro interno mínimo (mm)	Espessura mínima da parede interna (mm)	300	294	0,9	375	369	1,0	400	392	1,1	450	450	1,3	500	490	1,4	600	588	1,5	750	751	1,5	800	785	1,6	900	902	1,7	1 000	985	1,8	1 050	1 051	1,8	1 200	1 185	1,8	1 500	1 501	2,0
	Diâmetro nominal DN	Diâmetro interno mínimo (mm)	Espessura mínima da parede interna (mm)																																								
	300	294	0,9																																								
	375	369	1,0																																								
	400	392	1,1																																								
	450	450	1,3																																								
	500	490	1,4																																								
	600	588	1,5																																								
	750	751	1,5																																								
	800	785	1,6																																								
	900	902	1,7																																								
	1 000	985	1,8																																								
	1 050	1 051	1,8																																								
1 200	1 185	1,8																																									
1 500	1 501	2,0																																									
Geralmente, o comprimento dos tubos é da ordem de 6 000 mm. O comprimento útil dos tubos é de no mínimo 5 700 mm.																																											
As dimensões atendem às exigências da Diretriz SiNAT n° 013.																																											

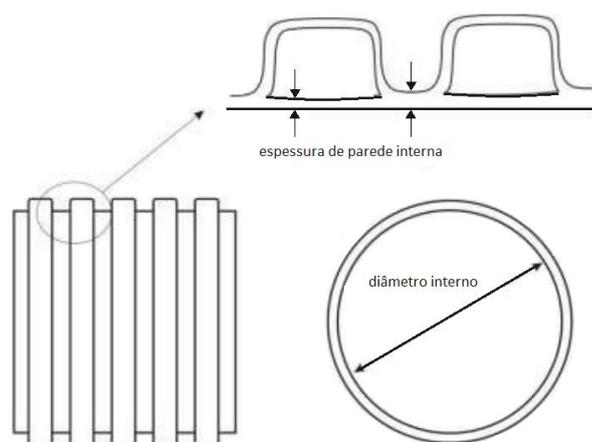


Figura 10 – Espessura da parede interna e diâmetro interno.

3.1.4 Outros componentes

Após a produção dos tubos, são incorporados outros componentes tais como o anel de vedação elastomérico e cinta de fibra de vidro, que são caracterizados nos itens 3.1.4.1 e 3.1.4.2.

3.1.4.1 Anel de vedação elastomérico

O anel elastomérico é instalado na superfície externa da “ponta” do tubo, e é o componente que garante a estanqueidade da junta (ver Figuras 11 e 12).



Figura 11 – Anel de vedação utilizado nas uniões entre os tubos.



Figura 12 – Anel elastomérico instalado na ponta do tubo.

Os anéis elastoméricos são adquiridos de fornecedores homologados que apresentam certificados de qualidade para comprovação do atendimento das especificações solicitadas pelo detentor da tecnologia (dureza, resistência à tração e alongamento, resistência à compressão, envelhecimento acelerado, imersão em água e resistência ao ozônio).

3.1.4.2 Cinta de fibra de vidro

A superfície externa da bolsa dos tubos apresenta uma ou duas cintas de fibra de vidro de 50 mm de largura, identificadas pela cor verde (ver Figura 13), com o objetivo de aumentar a resistência mecânica na região das uniões.



Figura 13 – Cinta de fibra de vidro.

As cintas de fibra de vidro são adquiridas de fornecedores homologados que apresentam certificados de qualidade para comprovação do atendimento das especificações solicitadas pelo detentor da tecnologia (teor de fibras e dimensões).

3.2. Procedimentos de instalação

A instalação dos tubos objeto deste DATec deve ser realizada de acordo com os mesmos procedimentos e cuidados adotados para instalação dos tubos corrugados de dupla parede produzidos pela Tigre-ADS com composto de polietileno virgem.

Devem ser observadas as especificações constantes do projeto e também as informações técnicas apresentadas no “Manual de Bolso para instalações de tubulações corrugadas Tigre-ADS”, que não tem como objetivo a substituição de normas ou especificações de projeto.

Além deste manual, o detentor da tecnologia disponibiliza notas técnicas relacionadas a instalação das tubulações, indicadas no item 6.1 deste DATec. Algumas informações técnicas são apresentadas resumidamente a seguir.

a) Recebimento, descarregamento e armazenamento dos tubos

Os tubos são projetados para suportar o manejo normal em obra, e podem ser descarregados manualmente (tubos até 450 mm) ou com equipamento (tubos de 500 mm a 1 500 mm) com o auxílio de cintas de nylon. NÃO é recomendado o uso de qualquer material metálico, como correntes ou cabos de aço, visando prevenir danos às tubulações.

Para o armazenamento dos tubos no canteiro de obras, devem ser seguidas as seguintes orientações:

- O armazenamento dos tubos deve ser tão perto quanto possível de sua localização final, afastado de tráfego e de atividades de construção;
- Os tubos devem ser armazenados em local plano. No caso de empilhamento, deve-se bloquear ambos os lados da pilha para evitar deslizamentos. O bloqueio deve ser colocado a dois metros de cada extremo dos tubos, conforme Figura 14a);
- Os tubos devem ser empilhados em forma de pirâmide, com altura máxima de 1,80 m;
- Os tubos devem ser colocados com as bolsas alternadas em camadas sucessivas. As bolsas devem sobressair à camada inferior para evitar deformação e danos (ver Figura 14b);
- A proteção plástica dos anéis elastoméricos (ver Figura 21b) ou embalagens do extremo da ponta do tubo NÃO deve ser retirada até o momento da instalação do tubo;
- Lubrificante, encaixes e acessórios devem ser armazenados sempre em lugares seguros e protegidos do sol;

- Durante a movimentação, não arrastar e evitar impactos das extremidades do tubo para evitar danos às pontas e bolsas (ver Figura 14c).

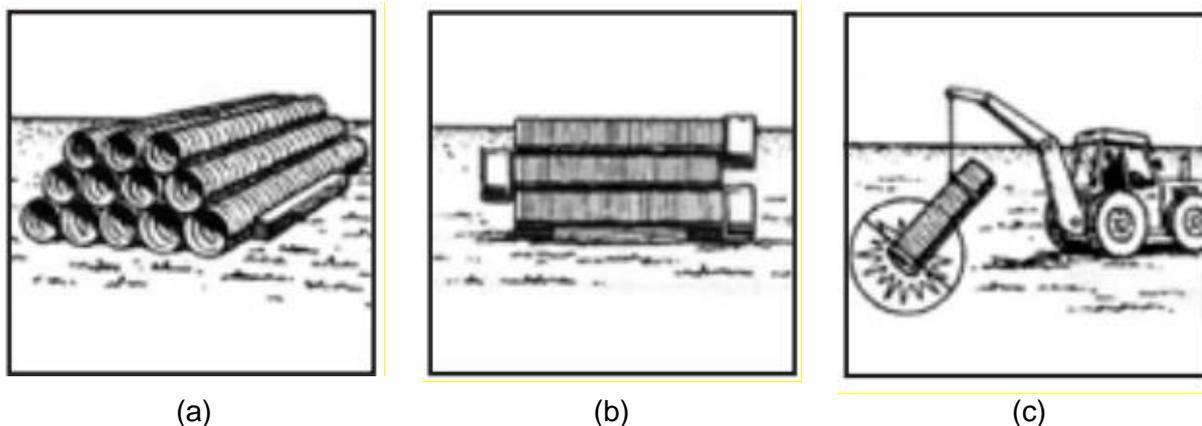


Figura 14 – Armazenamento dos tubos no canteiro de obras (figura extraída do Manual de Bolso para instalações de tubulações corrugadas Tigre-ADS).

b) Métodos de montagem das tubulações;

Os tubos corrugados não podem ser instalados tensionados ou comprimidos longitudinalmente. Os tubos devem ser instalados com o comprimento adequado, quando necessário, podem ser cortados para o ajuste de seu comprimento. O corte deve ser executado em esquadro, no “vale” entre as corrugações externas (vide Figura 15).

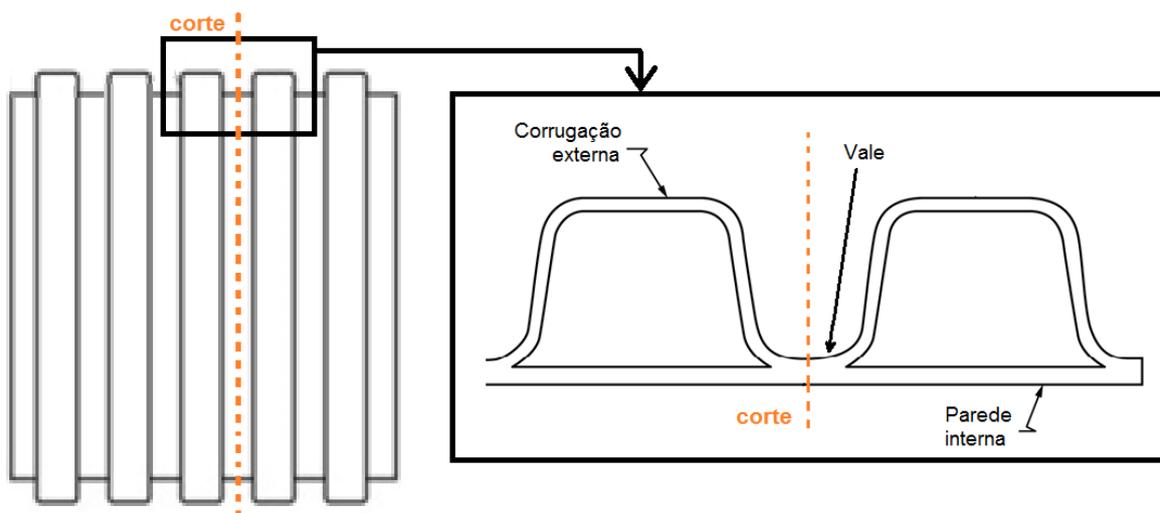
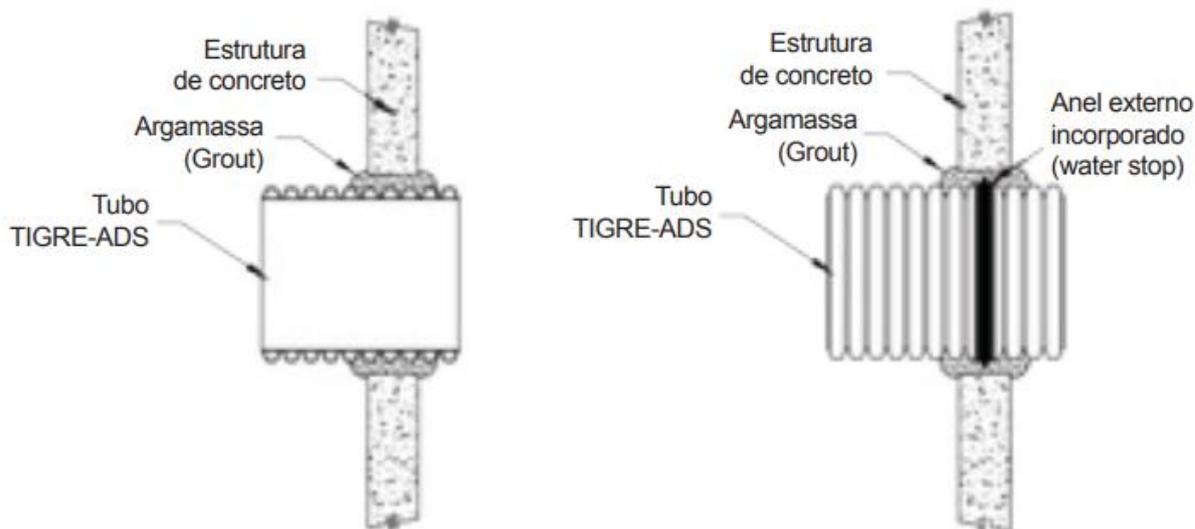


Figura 15 – Região onde deve ser executado o corte do tubo

Visando facilitar a adequação das tubulações ao projeto bem como o aproveitamento de segmentos de tubos sem ponta ou bolsa, o detentor da tecnologia disponibiliza uma linha de acessórios tais como tê, joelhos, reduções, tampões e ligações, além do desenvolvimento de peças especiais, caso seja necessário.

As junções entre os tubos, objeto deste DATec, e os poços de visita em concreto, são herméticas aos finos ou herméticas à água (ver Figura 16).



(a) Junção hermética aos fins

(b) Junção hermética à água

Figura 16 – Tipos de junções entre o tubo e poço de visita de concreto

A bolsa do tubo deve ser previamente retirada para a realização da junção com o poço de visita, ou seja, a bolsa do tubo não pode ser inserida na estrutura de concreto (para a ponta do tubo não há esta restrição).

As tubulações podem ser colocadas em alinhamento curvilíneo como uma série de tangentes (seções retas) defletidas horizontalmente em cada junção com ângulos de deflexão de no máximo $1,5^\circ$ (ver Figura 17).

**Figura 17 – Instalações curvilíneas (figura extraída do Manual de Bolso para instalações de tubulações corrugadas Tigre-ADS).**

c) Escavação da vala e materiais para o preenchimento

A vala deve ser suficientemente larga para permitir uma adequada colocação e compactação do preenchimento ao redor do tubo. As larguras mínimas das valas são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Largura mínima das valas (extraído do “Manual de Bolso para instalações de tubulações corrugadas Tigre-ADS”)

Diâmetro nominal DN	Largura mínima da vala mm	Diâmetro nominal DN	Largura mínima da vala mm
300	767	750	1 425
375	856	800	1 450
400	875	900	1 605
450	981	1 000	1 815
500	1 021	1 050	1 815
600	1 196	1 200	2 009
		1 500	2 400

Os valores apresentados na Tabela 4 podem ser modificados pelo projetista em função dos materiais e condições do local (por exemplo: qualidade do material, nível de compactação, cargas, equipamento de compactação a ser utilizado etc.)

Os materiais de preenchimento são aqueles apresentados na Figura 18.

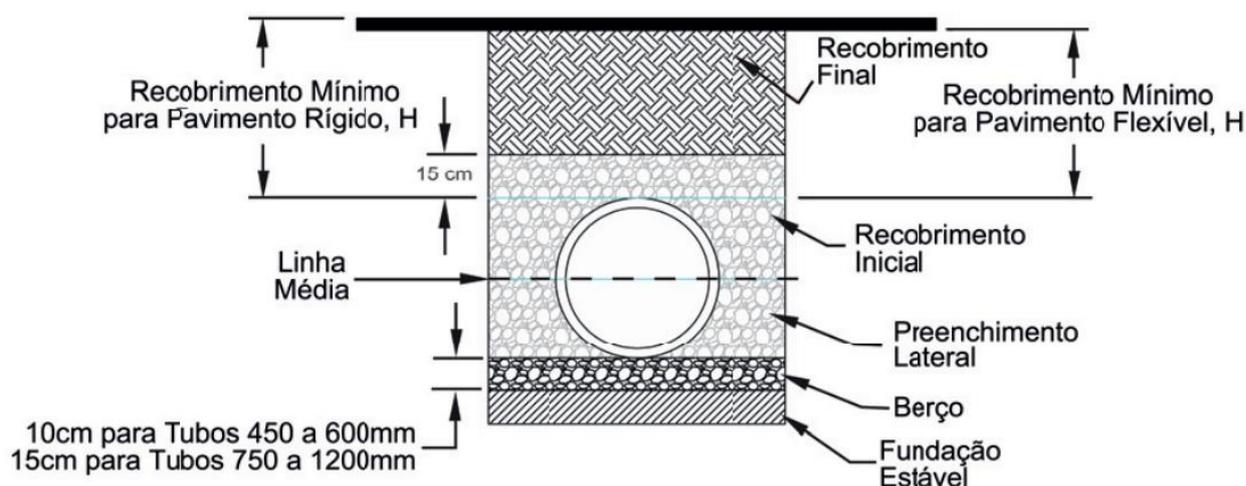


Figura 18 – Seção da vala (figura extraída do Manual de Bolso para instalações de tubulações corrugadas Tigre-ADS).

O item 4 do “Manual de Bolso para instalações de tubulações corrugadas Tigre-ADS” apresenta recomendações sobre a seleção do material de preenchimento e recobrimento da vala, porém não deve substituir as especificações de projeto.

d) Cargas Veiculares e de Construção

Em relação às cargas veiculares e de construção devem ser observadas as seguintes condições:

- Considerando um preenchimento adequado e bem compactado (incluindo o material da sub-base para as instalações sob pavimento), os tubos são projetados para suportar cargas vivas tipo AASHTO H-25 (até 19 toneladas por eixo) desde que seja adotado um recobrimento mínimo de 30 cm para os tubos de diâmetro nominal até DN 1 200 (inclusive), e o recobrimento mínimo de 60 cm para as tubulações de diâmetro nominal DN 1 500;
- Durante a construção deve-se evitar a utilização de equipamentos pesados quando os recobrimentos das tubulações forem inferiores aos recomendados por eixo;

- Evitar golpes diretos no tubo com os equipamentos de compactação;
- As zonas expostas ao tráfego de veículos de construção pesados entre 30 e 60 toneladas precisam de pelo menos 90 cm de recobrimento;
- A utilização de compactador vibratório de rolo não deve ser feita diretamente sobre o tubo, sendo necessária uma cobertura de 60 cm de reaterro.

e) Profundidade máxima de instalação

A profundidade máxima de instalação depende do tipo e qualidade do preenchimento utilizado na instalação da tubulação, e também do tipo de terreno/solo. Pode-se trabalhar com especificações de profundidades de até 8 metros. Para profundidades acima desse valor deve-se solicitar um estudo ao detentor da tecnologia.

f) Recobrimento mínimo na presença de lençol freático;

Devido ao baixo peso das tubulações de polietileno, estas flutuam na presença de água. Desta forma, na presença de lençol freático é importante manter a vala seca durante a instalação. Neste caso recomenda-se consultar um especialista para determinar o método mais adequado para o controle da água em cada caso, que pode consistir em utilizar bombas, ponteiras, drenos ou vala de desvio.

Quando da ocorrência de águas subterrâneas, deve-se prevenir a possibilidade de flutuação das tubulações. Para tanto, recomenda-se a utilização dos recobrimentos mínimos de solo apresentados na Tabela 5 e Nota Técnica 5.05 – Métodos para prevenção de flutuação dos tubos Tigre-ADS.

Tabela 5 - Recobrimentos mínimos para prevenir a flutuação das tubulações (extraído do “Manual de Bolso para instalações de tubulações corrugadas Tigre-ADS”)

Diâmetro nominal DN	Recobrimento mínimo mm
300	300
375	300
400	320
450	336
500	380
600	442
750	554
800	610
900	648
1 000	705
1 050	705
1 200	840
1 500	1 052

g) Conexões e consertos em obra

Durante a obra podem ser necessárias conexões para completar trechos ou para consertos de tubulações eventualmente danificadas. A “Nota Técnica 5.03 – Opções de reparos de tubos corrugados de PEAD” da Tubos Tigre-ADS do Brasil apresenta os fatores que devem ser

avaliados para a escolha o método de reparo mais adequado de acordo com cada situação, bem como descrição destes métodos.

h) Verificações pós-instalação

A inspeção visual é necessária para verificar a ocorrência de uma deflexão excessiva ou um alinhamento inapropriado. Se necessário, pode-se realizar verificações adicionais conforme os seguintes métodos:

- Infiltração/exfiltração;
- Teste de baixa pressão de ar;
- Teste de mandril;
- Sistema de circuito interno de TV ou filmagem do interior da tubulação.

O item “10 Checagens pós-instalação” do “Manual de Bolso para instalações de tubulações corrugadas Tigre-ADS” apresenta a descrição de cada um dos métodos mencionados.

4. AVALIAÇÃO TÉCNICA

A avaliação técnica dos “tubos corrugados de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado” foi conduzida conforme a Diretriz SiNAT n° 013. Esta avaliação contemplou desde a etapa de controle dos insumos, fabricação do composto, produção dos tubos até a instalação dos tubos em obra. Foi realizada a partir da análise de procedimentos internos do detentor da tecnologia, registros de controle da qualidade, especificações técnicas, ensaios laboratoriais, visita à obra em estágio de instalação das tubulações. Estas avaliações constam dos Relatórios Técnicos citados no item 6.2.

Os itens 4.1 a 4.4 apresentam os resultados das avaliações de desempenho estrutural, resistência ao calor, estanqueidade à água e durabilidade estabelecidos pela Diretriz SiNAT n° 013, e que foram realizadas em amostras de tubos de diâmetros nominais DN300, 450, 600, 750 e 1 200 fabricados pela unidade de Rio Claro/SP e tubos DN600 fabricados pela unidade de Marechal Deodoro/AL.

4.1 Desempenho estrutural

O desempenho estrutural dos tubos objeto deste DATec foi verificado por meio dos ensaios de rigidez anelar, verificação da resistência ao achatamento, verificação da resistência ao impacto e resistência ao fissuramento sob tensão com entalhe (NCLS), conforme apresentado a seguir:

4.1.1 Rigidez anelar

A rigidez anelar nominal das amostras avaliadas apresentou rigidez maior que a especificação declarada nos tubos, atendendo ao estabelecido pela Diretriz SiNAT n° 013.

Os ensaios de determinação da rigidez anelar foram realizados conforme o método de ensaio prescrito pela norma ISO 9969:2016, em 3 corpos de prova, para cada tipo de diâmetro. A Figura 19 apresenta um dos corpos de prova ensaiados.



Figura 19 – Ensaio de rigidez anelar.

4.1.2 Verificação da resistência ao achatamento

Conforme previsto pela Diretriz SiNAT n° 013, a verificação da resistência ao achatamento foi realizada de acordo com o mesmo método do ensaio de rigidez anelar (ISO 9969:2016), e os mesmos corpos de prova. Logo após a determinação da rigidez anelar, os tubos foram submetidos a um achatamento de 40 % do diâmetro interno, e então verificada a ocorrência de falhas tais como ruptura, fissuras, separação entre as corrugações externa e a parede interna, ou combinação destas falhas. Foi constatado que as amostras ensaiadas resistiram ao achatamento sem apresentar falhas, atendendo desta forma ao critério estabelecido pela Diretriz SiNAT n° 013.

4.1.3 Verificação da resistência ao impacto

Os ensaios de verificação da resistência ao impacto foram realizados de acordo com o método de ensaio estabelecido pela ASTM D2444:1999. Devido às dimensões dos tubos, o ensaio foi realizado no laboratório do detentor da tecnologia com o acompanhamento dos técnicos do IPT. Os corpos de prova foram condicionados por 24 horas na temperatura de $(-4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e os impactos foram aplicados na crista da corrugação, em até 15 segundos após a retirada dos mesmos da temperatura de condicionamento.

A energia de impacto aplicada foi de 136 J, com a utilização do percussor de ensaio com ponteira do tipo “*Tup B*” e o suporte tipo “*Holder B – flat plate*” ambos especificados pela ASTM D2444-99. Todas as amostras ensaiadas resistiram ao impacto, sem apresentar quebra, fissura ou separação entre paredes que possam ser verificadas a olho nu, atendendo desta forma ao requisito da Diretriz SiNAT n° 013.

4.1.4 Fissuramento sob tensão com entalhe (*notched constant ligament stress - NCLS*)

O ensaio de fissuramento sob tensão com entalhe avalia a propagação lenta de fissuras após a iniciação da fissura na superfície do tubo. Os ensaios foram realizados pela Área de Polímeros do Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem do IPT (LCPE / Materiais Avançados / IPT).

Em cada um dos cinco corpos de prova de cada amostra de tubos foi realizado um entalhe padronizado realizado conforme o procedimento descrito na norma ASTM F2136-08. Os corpos de prova foram então submetidos a uma tensão de tração no sentido longitudinal, submersos em uma solução de 10 % do reagente “*nonylphenoxy poly (ethyleneoxy) ethanol*” e 90 % de água deionizada, na temperatura controlada de 50 °C. Cada corpo de prova foi monitorado e teve a duração da aplicação da tensão registrada até a sua ruptura.

As amostras ensaiadas apresentaram tempo médio de falha maior que 24 horas e nenhum corpo de prova apresentou falha antes de 17 horas, confirmando desta forma o atendimento à Diretriz SiNAT n° 013.

4.2 Resistência ao calor

Conforme estabelecido pela ISO 12091:1995, os tubos foram mantidos por 30 minutos em estufa termo estabilizada na temperatura de 110 °C. Após os 30 minutos de ensaio, as amostras avaliadas não apresentaram delaminações, fissuras ou bolhas, sendo confirmado o atendimento deste requisito da Diretriz SiNAT n° 013.

4.3 Estanqueidade à água

4.3.1 Verificação da estanqueidade da junta

Os ensaios de verificação da estanqueidade da junta foram realizados no laboratório do detentor da tecnologia devido à necessidade se utilizar dispositivos para fechamento das extremidades da tubulação, que são específicos para cada projeto de tubo, garantindo desta forma a estanqueidade da amostra.

Conforme previsto na Diretriz SiNAT n° 013, as juntas dos tubos foram ensaiadas de acordo com o método de ensaio da ASTM D3212-13, onde a estanqueidade é verificada em três condições diferentes conforme a seguir:

- a) Junta alinhada: foi verificada a estanqueidade quando da aplicação de pressão negativa de – 27 kPa por 10 minutos, e depois quando da aplicação de pressão hidrostática de 27 kPa por 10 minutos;
- b) Junta submetida a uma deflexão angular de 3°: foi verificada a estanqueidade quando da aplicação de pressão negativa de – 27 kPa por 10 minutos, e depois quando da aplicação de pressão hidrostática de 27 kPa por 10 minutos;
- c) Junta submetida a uma deformação diametral equivalente a 5 % do diâmetro externo do tubo: foi verificada a estanqueidade quando da aplicação de pressão negativa de – 27 kPa por 10 minutos, e depois quando da aplicação de pressão hidrostática de 27 kPa por 10 minutos;

Nas três condições verificadas, as juntas das amostras analisadas permaneceram estanques, atendendo desta forma a Diretriz SiNAT n° 013.

4.3.2 Ensaio de estanqueidade para qualificação do projeto da junta

Este ensaio foi realizado para avaliar as propriedades de longo prazo do tubo e do material de vedação da junta. O corpo de prova foi preparado (montagem da junta conforme instruções do detentor da tecnologia) e mantido por 1 000 horas em ambiente com temperatura controlada de (24 ± 3) °C, livre de movimentações e intervenções que possam afetar a junta. Após o período de 1 000 horas, o corpo de prova foi submetido ao ensaio de estanqueidade da junta nas mesmas três condições apresentadas no item 3.4.1.

A junta da amostra analisada permaneceu estanque, atendendo desta forma, a Diretriz SiNAT n° 013.

4.4 Verificação da durabilidade

Para verificar a durabilidade dos tubos objeto deste DATec foi realizado ensaio de fissuramento sob tensão sem entalhe (*un-notched constant ligament stress – UCLS*). Este ensaio tem como foco avaliar a fase de início das fissuras, que pode ser provocada pela presença de um contaminante, um vazio ou outro iniciador de tensão.

Os ensaios de fissuramento sob tensão sem entalhe foram realizados pela Área de Polímeros do Laboratório de Celulose, Papel e Embalagem do IPT (LCPE / Materiais Avançados / IPT). As amostras foram preparadas conforme o procedimento descrito na norma ASTM F3181-16, e então submetidas a uma tensão de tração no sentido longitudinal de 4,48 MPa, submersos em água na temperatura controlada de 80 °C. Cada corpo de prova foi monitorado e teve a duração da aplicação da tensão registrada até a sua ruptura.

As amostras ensaiadas apresentaram tempo de falha médio acima de 34 horas sendo que nenhum corpo de prova apresentou falha antes de 18 horas, sendo desta forma confirmado o atendimento à Diretriz SiNAT n° 013.

5. CONTROLE DA QUALIDADE

5.1 Controle da qualidade na produção

Durante a vigência deste DATec, foram realizadas auditorias técnicas periódicas no processo de produção dos tubos objeto deste documento para verificar se o controle da qualidade na fábrica estava conforme as exigências da Diretriz SiNAT n°013.

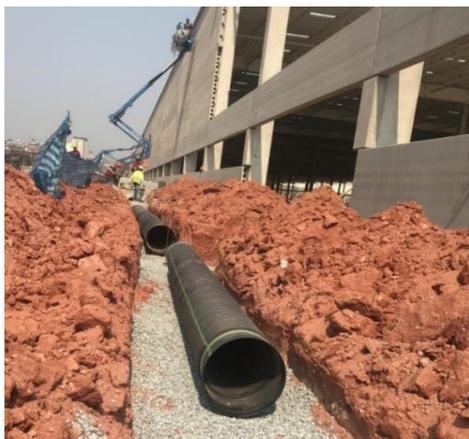
Foi constatado que as plantas da Tigre-ADS situadas em Rio Claro/SP e Marechal Deodoro/AL realizam o controle da qualidade de acordo com os documentos técnicos do seu sistema da qualidade (Manual da Qualidade, procedimento para homologação de fornecedores de matéria-prima, recebimento de matéria-prima, controles de fabricação, dentre outros). Nas auditorias realizadas foram evidenciadas a existência de registros, planilhas e fichas de controle utilizados na homologação dos fornecedores, no recebimento de matéria-prima, controles de fabricação do composto e controles de fabricação dos tubos. Nestas auditorias também foram evidenciadas a capacitação técnica dos profissionais envolvidos bem como a existência de equipamentos no laboratório destas unidades fabris necessários para a realização dos controles de produção previstos na Diretriz SiNAT n° 013.

Dentre os controles realizados pelo detentor da tecnologia, destaca-se o controle da qualidade do polietileno de alta densidade reciclado. Para que sejam habilitados a fornecer o polietileno de alta densidade reciclado, os fornecedores passam por um processo de homologação, e obrigatoriamente, todos os lotes recebidos são submetidos a ensaios laboratoriais realizados pelo laboratório do detentor da tecnologia. Conforme estabelecido pela Diretriz SiNAT n° 013, o detentor da tecnologia submete os lotes de polietileno de alta densidade reciclado no mínimo, aos ensaios de determinação da densidade, determinação do índice de fluidez, determinação do teor de polipropileno e verificação da toxicidade (caso necessário) antes de aplicá-los em sua produção.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada seis meses nas unidades fabris situadas em Rio Claro/SP e em Marechal Deodoro/AL para verificação dos controles do processo de produção realizados pela TIGRE-ADS e coleta de amostras para a avaliação do produto (na unidade fabril ou obra).

5.2 Controle da qualidade na obra

Foram realizadas auditorias em obras de construção de galpões para prestação de serviços situados em Barueri/SP, Santana de Parnaíba/SP e Guarulhos/SP, sendo que todas se encontravam na fase de instalação das tubulações. Estas auditorias não tiveram como objetivo a avaliação do projeto das tubulações (de responsabilidade da construtora), entretanto, visaram verificar se o detentor da tecnologia orienta e fornece condições para a correta instalação das tubulações.



(a) Tubulação em berço de brita (Barueri/SP).



(b) Tubulação na caixa de inspeção (Guarulhos/SP)

Figura 20 – Assentamento dos tubos

Nas auditorias em obra, observou-se que os tubos se encontravam no canteiro de obras empilhados conforme orientação do detentor da tecnologia, bem como constatada a presença da proteção dos anéis elastoméricos (revestimento plástico removível de cor verde, conforme Figura 20b) para evitar a sujeira quando da execução das juntas. Também foi constatado que o detentor da tecnologia orienta e fornece suporte técnico para a instalação de suas tubulações por meio de:

- Informações fornecidas no “Manual de Bolso para instalações de tubulações corrugadas Tigre-ADS”;
- Informações apresentadas na etiqueta adesiva fixada na bolsa dos tubos (ver Figura 9);
- Realização de treinamentos da equipe responsável pela instalação das tubulações;
- Fornecimento de suporte técnico ao instalador quando solicitado pelo mesmo.



(a) Tubos empilhados.



(b) Proteção dos anéis elastoméricos.

Figura 21 – Tubos no canteiro de obra.

Conforme apresentado no Relatório Técnico IPT nº 172 312-205, em uma das auditorias técnicas foi possível retornar ao local aproximadamente 14 meses após a instalação das tubulações, com o objetivo de realizar uma vídeo inspeção (ver Figura 22) para a verificação das condições no interior das tubulações enterradas. Foi constatado que as tubulações permanecem íntegras sem indícios de deformações ou outras falhas.



Figura 22 – Fotografia interna da tubulação inspecionada em Santana de Parnaíba/SP.

6. Fontes de informação

As principais fontes de informação, além dos documentos técnicos da empresa TIGRE-ADS, são os Relatórios Técnicos emitidos pelo IPT para a avaliação técnica dos tubos corrugados e para a auditoria técnica na unidade fabril e em obra.

6.1 Documentos da empresa Tubos Tigre ADS do Brasil Ltda.

- RVT nº008-2023 - Relatório de visita técnica realizada pela TIGRE-ADS em obra, de setembro de 2023;
- RVT nºSP052022 - Relatório de visita técnica realizada pela TIGRE-ADS em obra, de março de 2023;
- Manual do Sistema de Qualidade TIGRE-ADS;
- Relatórios dos ensaios de resistência química realizados pelo Instituto de Tecnologia SENAI de 17.03.2021;
- Relatório do ensaio de toxicidade realizado pelo Instituto de Tecnologia SENAI nº 155.733 C de 15.03.2021;
- Relatório do ensaio de toxicidade realizado pelo Instituto de Tecnologia SENAI nº 162.195 C de 16.08.2021;
- Procedimento para homologação de novos fornecedores de polietileno reciclado, seleção e avaliação de fornecedores, inspeção e ensaios em produto final;
- Procedimento para homologação de novos fornecedores de materiais e insumos produtivos – NTQA-33;
- Modelo de contrato que evidencia as condições de instalação, uso, prazos de garantia, vida útil e orientações para manutenção;
- Relatório de visita realizada pela TIGRE-ADS apresentando recomendações técnicas ao responsável de uma obra situada em Jundiaí/SP;
- Relatório das visitas realizadas pela TIGRE-ADS apresentando recomendações técnicas ao responsável pela obra visitada na auditoria técnica situada em Barueri/SP;
- Registros do treinamento ministrado pela Tigre-ADS à equipe técnica responsável pela obra visitada pela auditoria técnica situada em Barueri/SP;

- Registros e planilhas de ensaios realizados pela Tigre-ADS (laboratório da planta de Rio Claro/SP) para homologação do fornecedor de matéria prima e controle da qualidade durante a fabricação do composto e tubos;
- Registros e planilhas de ensaios realizados pela Tigre-ADS (laboratório da planta de Marechal Deodoro/AL) para homologação do fornecedor de matéria prima e controle da qualidade durante a fabricação do composto e tubos;
- Certificados de conformidade da cinta de fibra de vidro e anéis de vedação;
- Manual de Bolso para instalação de tubulações corrugadas Tigre-ADS (<https://www.tigre-ads.com/nova-nomenclatura-arquivos-tecnicos-2021/manual-de-bolso-para-instalacao-de-tubos-corrugados.pdf>);
- Nota Técnica 5.05 - Métodos para prevenção de flutuação dos tubos Tigre-ADS, de maio de 2020 (<https://www.tigre-ads.com/nova-nomenclatura-arquivos-tecnicos-2021/5-05-metodos-para-prevencao-de-flutuacao-dos-tubos-tigre-ads.pdf>);
- Nota Técnica 5.04 - Conexão de PEAD para Bueiros e Estruturas, de abril de 2020 (<https://www.tigre-ads.com/nova-nomenclatura-arquivos-tecnicos-2021/5-04-recomendacoes-de-unioes-de-tubos-corrugados-em-pocos-de-visitas-pv-e-estruturas.pdf>);
- Especificação 1-52 Especificação anel de união com poço de visita Waterstop, de abril de 2020 (<https://www.tigre-ads.com/nova-nomenclatura-arquivos-tecnicos-2021/1-52-ficha-tecnica-de-anel-de-uniao-com-poco-de-visita-waterstop.pdf>);
- NOTA TÉCNICA 5.03 Opções de Reparos de Tubos Corrugados de PEAD, de abril de 2020 (<https://www.tigre-ads.com/nova-nomenclatura-arquivos-tecnicos-2021/5-03-recomendacoes-de-reparos-de-tubos-corrugados-de-pead.pdf>).

6.2 Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- Relatório Técnico IPT nº 172 312-205 - Auditoria técnica periódica (obra) da unidade fabril Rio Claro, de maio de 2024
- Relatório Técnico IPT nº 171 626-205 - Auditoria técnica inicial (unidade fabril e obra) da unidade fabril Marechal Deodoro/AL, de março de 2024;
- Relatório Técnico IPT nº 171 206-205 - Auditoria técnica periódica (unidade fabril e obra) da unidade fabril Rio Claro, de dezembro de 2023
- Relatório Técnico IPT nº 164 985-205 - Auditoria técnica (unidade fabril e obra) da unidade fabril de Rio Claro/SP, de março de 2022;
- Relatório Técnico IPT nº 165 593-205 - Avaliação técnica do sistema de tubulações corrugadas de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado, de maio de 2022;
- Relatório de Ensaio IPT nº 1 129 231-203 de janeiro de 2022;
- Relatório do Ensaio IPT nº1 128 568-203 de dezembro de 2021;
- Relatório de Técnico IPT nº 150 040-205 – Ensaios laboratoriais de abril de 2017;
- Relatório Técnico IPT nº 148 795-205 – Análise técnica documental, requisitos e métodos de ensaio; de dezembro de 2016;
- Relatório de Técnico IPT nº 136 497-205 – Ensaios laboratoriais de março de 2014.

7. CONDIÇÕES DE EMISSÃO DO DATEC

Este Documento de Avaliação Técnica, DATec, é emitido nas condições descritas a seguir.

A Tubos Tigre ADS do Brasil Ltda. compromete-se a:

- a) Manter os controles de fabricação do composto e dos tubos corrugados, e o fornecimento das orientações necessárias para a sua correta instalação nas condições gerais de qualidade em que foram avaliados neste DATec;
- b) Produzir os tubos corrugados de acordo com as especificações, normas técnicas e regulamentos aplicáveis;
- c) Manter a capacitação da equipe de colaboradores envolvida no processo;
- d) Manter assistência técnica, por meio de serviço de atendimento ao cliente.

O produto deve ser utilizado de acordo com as instruções da Tubos Tigre ADS do Brasil Ltda. e recomendações deste Documento de Avaliação Técnica.

O SiNAT e a Instituição Técnica Avaliadora, no caso o IPT, não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto deste produto.

Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H
Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SiNAT
Brasília, DF, 15 de outubro de 2024