
Norma Técnica SABESP NTS 198

**Tubo corrugado de PE e conexões para ramais
prediais e redes coletoras de esgotos.**

Especificação

São Paulo
Agosto - 2006

SUMÁRIO

1 OBJETIVO	1
2 REFERÊNCIA NORMATIVA	1
3 DEFINIÇÕES.....	2
4 REQUISITOS GERAIS.....	4
4.1 Projeto e instalação.....	4
4.2 Matéria-prima	4
4.3 Tubos.....	7
4.4 Anel de vedação	7
4.5. Conexões	8
4.6 Desempenho da junta elástica	9
4.7 Fornecimento e acondicionamento	9
5 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA OS TUBOS	10
5.1 Caracterização do composto de polietileno (PE).....	10
5.2 Ensaios e verificações realizados no tubo	10
5.3 Periodicidade dos ensaios	14
6 QUALIFICAÇÃO E INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO	15
6.1 Responsabilidades.....	15
6.2 Verificações e Ensaios para Qualificação Técnica	15
6.3 Verificações e Ensaios na Inspeção de Recebimento	15
6.3 Aceitação e rejeição	16
6.4 Relatório de resultados da inspeção.....	16
ANEXO A (NORMATIVO) ACESSÓRIOS E CONEXÕES PARA TUBOS CORRUGADOS DE POLIETILENO – REQUISITOS	18
ANEXO B (NORMATIVO) MÉTODO DE ENSAIO PARA VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO STRESS CRACKING	21
ANEXO C (NORMATIVO) EXAME VISUAL E DIMENSIONAL – MÉTODOS DE ENSAIO	23
ANEXO D IMAGENS COMPARATIVAS DE DISPERSÃO DE PIGMENTOS.....	27

Tubo corrugado de PE e conexões para ramais prediais e redes coletoras de esgoto

1 OBJETIVO

Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para fabricação e recebimento de tubos corrugados de dupla parede de polietileno com junta elástica e suas conexões, para uso em redes coletoras e ramais prediais, instalados a partir da caixa de inspeção da ligação, para condução de esgotos sanitários, domésticos e não domésticos, cuja temperatura do fluido não exceda 40°C, durante uma vida útil de, no mínimo, 50 anos.

A seleção do diâmetro dos tubos deve atender ao critério de dimensionamento hidráulico estabelecido na NTS 025 – Projeto de redes coletoras de esgoto.

2 REFERÊNCIA NORMATIVA

As Normas citadas a seguir estavam em vigor no momento desta publicação e constituem prescrições para este texto. Como toda Norma está sujeita à revisão, recomenda-se que sejam adotadas as edições em vigor.

NTS 049:1999	Polietileno – Determinação da densidade por deslocamento – Método de Ensaio;
NTS 050:1999	Polietileno – Determinação do tempo de oxidação indutiva – Método de Ensaio;
NTS 053:1999	Tubo de Polietileno – Verificação da resistência à pressão hidrostática interna – Método de Ensaio;
NTS 056:1999	Tubo de Polietileno – Determinação da estabilidade dimensional – Método de Ensaio;
NTS 057:1999	Composto de Polietileno PE – Verificação da dispersão de pigmentos – Método de Ensaio;
NTS 058:1999	Composto de Polietileno PE – Determinação do teor de negro de fumo – Método de Ensaio;
NBR 5426:1985	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
NBR 5685:1999	Tubos e acessórios de PVC – Verificação do desempenho da junta elástica;
NBR 7318:1982	Elastômeros vulcanizados para uso em veículos automotores – Determinação da Dureza
NBR 7423:1982	Anel de borracha para tubulação de PVC rígido - Determinação da dureza
NBR 7462:1992	Elastômero vulcanizado – Determinação da resistência à tração
NBR 7588:1985	Anéis de borracha para juntas de tubos de ferro fundido centrifugado - Ensaio
NBR 7676:1996	Anel de borracha para juntas elástica e mecânica de tubos e conexões de ferro fundido – Tipos JE, JM e JE2GS – Especificação.
NBR 8415:1999	Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Verificação da resistência à pressão hidrostática interna
NBR 9023:1985	Termoplásticos – Determinação do índice de fluidez – Método de ensaio;
NBR 9051:1985	Anel de borracha para tubulações de PVC rígido – coletores de esgoto sanitários.

NBR 11407:1990	Elastômero vulcanizado – Determinação das alterações das propriedades físicas, por efeito de imersão em líquidos.
NBR 14264:1999	Conexões de PVC – Verificação dimensional.
NBR 14266:1999	Tubos de PVC com dupla parede – Verificação do comportamento ao calor;
NBR 14272:1999	Tubos de PVC – Verificação da compressão diametral;
ISO 9080:2003	Plastics piping and ducting systems – Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation;
ISO 9969:1995	Thermoplastics pipes - Determination of ring stiffness;
ISO 1133:1991	Plastics - Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume flow rate (MVR) of thermoplastics;
ISO 12162:1995	Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications -- Classification and designation -- Overall service (design) coefficient
ISO 18553:2002	Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds
ASTM-D1693:2001	Standard Test Method for Environmental Stress-Cracking of Ethylene Plastics;
ASTM-D2444:1999	Standard Test Method for Determination of the Resistance of Thermoplastic Pipe and Fitting by Means of a Tup (Falling Weight);
NM 84:1996	Tubos e conexões de PVC - Determinação do teor de cinzas.

3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

ADAPTADOR DE TRANSIÇÃO: Dispositivo que permite a união entre tubos ou conexões de materiais diferentes.

CAIXA DE INSPEÇÃO DA LIGAÇÃO: Dispositivo destinado a permitir a transição entre o ramal interno de esgoto e o ramal predial de esgoto, bem como a inspeção, limpeza, desobstrução, junção, mudanças de declividade e/ou direção da tubulação. No caso de ligações não domésticas deve ter um dispositivo de gradeamento para retenção de sólidos. A responsabilidade pela manutenção e limpeza da caixa de inspeção é do cliente.

COMPOSTO DE POLIETILENO: Material fabricado com polímero base de polietileno contendo os aditivos (antioxidante, estabilizante e corantes) necessários na fabricação do tubo de polietileno conforme esta especificação. O composto deve ser fornecido necessariamente pelo próprio fabricante do polímero base de polietileno, de forma que, o fabricante do tubo nada acrescente à matéria prima adquirida.

COMPRIMENTO ÚTIL (C): Distância medida entre ambas as extremidades de um tubo de polietileno, conforme indicado na figura 2.

CONEXÃO: componentes utilizados para acoplamento e formação da junta elástica em tubulações e sistemas para condução de esgoto.

CURVA DE REGRESSÃO: Para uma dada temperatura, é uma curva $\sigma_R = f(t)$, das tensões de ruptura (σ_R) e dos tempos correspondentes (t), obtida de testes em que o corpo-de-prova ou o tubo é submetido, em cada um deles, a tensões constantes até a ruptura, realizados em número suficiente que permita a extrapolação da tensão de ruptura, para cada temperatura, após um período de operação de 50 anos.

Estas curvas permitem definir a tensão máxima de operação, para uma determinada temperatura, levando em conta a durabilidade desejada.

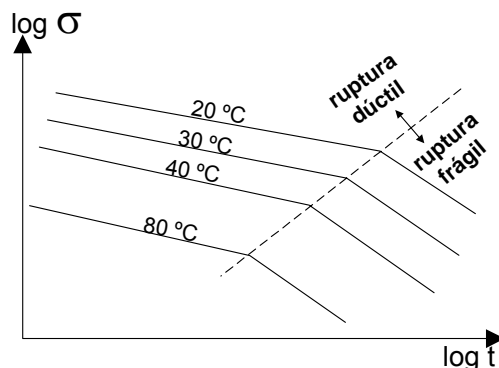


Figura 1 - Curva de regressão

DIÂMETRO EXTERNO MÉDIO (Dem): Valor médio de um número de medidas igualmente espaçadas do diâmetro externo em uma mesma seção do tubo (conforme figura 3), arredondado para o décimo de milímetro mais próximo. Estas medidas devem ser tomadas ao longo da crista da nervura.

DIÂMETRO INTERNO MÉDIO (Dim): Valor médio de um número de medidas igualmente espaçadas do diâmetro interno em uma mesma seção do tubo (conforme figura 3), arredondado para o décimo de milímetro mais próximo.

DIÂMETRO NOMINAL (DN): Simples número que serve para classificar em dimensões os elementos de tubulações (tubos, juntas, conexões e acessórios) e que corresponde aproximadamente ao diâmetro externo do tubo em mm. O diâmetro externo nominal não deve ser objeto de medição.

ESGOTO SANITÁRIO DOMÉSTICO OU DOMICILIAR: provém principalmente de residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas ou qualquer dispositivo de utilização da água para fins domésticos.

ESGOTO SANITÁRIO NÃO DOMÉSTICO: provém de qualquer utilização da água para fins comerciais ou industriais e adquirem características próprias em função do processo empregado. Assim sendo, cada atividade deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes diferem até mesmo em processos similares.

ESPESSURA DA PAREDE INTERNA (e): Valor da espessura da camada interna, medida em qualquer ponto ao longo da circunferência do tubo, arredondado para o décimo de milímetro (0,1 mm) mais próximo (conforme figura 3).

JUNTA ELÁSTICA (JE): Junta constituída pelas pontas de dois tubos, com anel de vedação alojado entre duas nervuras na ponta de cada tubo, montados com uma luva ou um adaptador de transição.

RAMAL PREDIAL DE ESGOTO (LIGAÇÃO DE ESGOTO): Trecho de tubulação compreendido entre a caixa de inspeção de ligação domiciliar e a rede coletora.

REDE PÚBLICA DE ESGOTO SANITÁRIO: Conjunto de tubulações pertencentes ao sistema urbano de esgoto sanitário, diretamente controlado pela autoridade pública.

RIGIDEZ (R): Produto do módulo de elasticidade do material (E) pelo momento de inércia da parede do tubo em sua seção longitudinal (I) por unidade de comprimento (L), dividido pela terceira potencia do diâmetro correspondente à posição da linha neutra da parede do tubo (D), conforme expressão abaixo:

$$R = E \frac{I}{L D^3}$$

Onde:

R = é a rigidez, em Pascal;

E = é o módulo de elasticidade do material, em Pascal;

I = é o momento de inércia, em metro elevado à quarta potência;

L = é o comprimento, em metro;

D = é o diâmetro correspondente à posição da linha neutra da parede do tubo, em metro.

TUBO CORRUGADO DE DUPLA PAREDE: Tubo cuja conformação é dada por duas camadas de polietileno, sendo a interna lisa e a externa corrugada.

4 REQUISITOS GERAIS

4.1 Projeto e instalação

O fabricante deve apresentar a memória de cálculo do projeto estrutural do tubo de forma a satisfazer os requisitos da aplicação e instalação, levando em conta as características do composto, bem como a vida útil de 50 anos.

Os tubos devem ser fabricados na cor ocre ou preta. Caso sejam de cor preta, devem ter uma listra na cor ocre, não necessariamente obtida por co-extrusão.

Os tubos devem ser dimensionados para trabalharem enterrados, conduzindo esgotos sanitários domésticos e/ou não domésticos, com pressão atmosférica, cuja temperatura do fluido não exceda a 40°C.

É de responsabilidade do fabricante do tubo o fornecimento das conexões a serem utilizadas, bem como garantir a intercambiabilidade entre tubos de polietileno e outros tipos de materiais.

O fabricante deve apresentar os procedimentos de transporte, manuseio e instalação do tubo.

4.2 Matéria-prima

Não é permitida a utilização de material reprocessado ou reciclado na fabricação do tubo.

O composto utilizado deve conter de origem todos os pigmentos, antioxidantes e estabilizantes, de tal espécie e em tal proporção, que assegurem a vida útil dos tubos quando expostos a intempéries ou após longos períodos enterrados.

Caso haja adição de alguma substância inorgânica, o fabricante do composto deve informar qual é a substância e o seu teor.

O composto de polietileno PE deve ser fornecido necessariamente pelo próprio fabricante do polímero base, de forma que o fabricante do tubo nada acrescente ao composto.

4.2.1 Classificação e designação do composto de polietileno

4.2.1.1 Composto com curva de regressão

Os compostos devem ser classificados como PE 63, PE 80, PE 100 ou superior, conforme a Norma ISO 12162, ou seja, sua tensão circunferencial a 50 anos na temperatura de 20°C (MRS - *Minimum Required Strength*) deve ser definida pelo "Método de Extrapolação Padrão ISO 9080", através da determinação da sua Tensão Hidrostática de Longa Duração (LTHS), com Limite Inferior de Confiança (LCL) de 97,5%, como segue:

PE 63:MRS = 6,3 MPa, quando: $6,3 \leq \text{LTHS} < 8,0 \text{ MPa}$

PE 80: MRS = 8,0 MPa, quando: $8,0 \leq \text{LTHS} < 10,0 \text{ MPa}$

PE 100: MRS = 10,0 MPa, quando: $\text{LTHS} \geq 10,0 \text{ MPa}$

O fabricante do tubo deve apresentar a documentação relativa à curva de regressão do composto, fornecida pelo seu fabricante e elaborada por organismo de reconhecimento internacional.

Deve também apresentar a documentação das demais características do composto, que comprove o atendimento aos requisitos da tabela 1.

4.2.1.2 Composto sem curva de regressão

Caso seja feita a opção pela utilização de um composto de polietileno que não tenha curva de regressão, o fabricante desse composto deve submetê-lo a todos os ensaios previstos na tabela 1.

Para realização do ensaio de pressão hidrostática interna do composto não certificado, conforme tabela 1, devem ser utilizados no mínimo 14 corpos de prova, sendo 3 para cada ponto até 1000h e 5 para o ensaio de 8760h, extrudados como tubos de parede sólida DE 32, espessura de parede 3mm e comprimento mínimo de 500 mm.

4.2.2 Ensaios de caracterização do composto de polietileno.

Os ensaios a seguir devem ser executados para verificação dos valores constantes na documentação apresentada pelo fabricante, conforme item 4.2.1.

Tabela 1 – Caracterização do composto de polietileno para a fabricação de tubos

Característica	Requisito	Parâmetros de ensaios		Método de ensaio
Índice de fluidez	$\leq 1,6 \text{ g/10 min}$	Temperatura	190°C	NBR 9023
		Massa	5 kg	
Densidade	$\geq 0,940 \text{ g/cm}^3$ e satisfazer a tolerância de $\pm 0,003 \text{ g/cm}^3$ em relação ao valor nominal especificado pelo fabricante, porém nunca inferior a $0,940 \text{ g/cm}^3$	Temperatura	$(23 \pm 2)^\circ\text{C}$	NTS 049
Estabilidade Térmica (OIT)	$\geq 20 \text{ min}$	Temperatura	200°C	NTS 050
Dispersão de Pigmentos	Máximo grau 3	-	-	ISO 18553
Teor de resíduos inorgânicos	$\leq 0,6\%$	Temperatura	$(650 \pm 50)^\circ\text{C}$	NM 84 Método A

/continua

Tabela 1 (conclusão) – Caracterização do composto de polietileno para a fabricação de tubos

Característica	Requisito	Parâmetros de ensaios	Método de ensaio	Método de ensaio
Resistência à pressão hidrostática interna ¹⁾	≥ 100 horas ²⁾	Temperatura	20°C	
		Tensão circunferencial	PE 63	8,0 MPa
			PE 80	9,0 MPa
			PE 100	12,4 MPa
	≥ 165 horas ³⁾	Temperatura	80°C	
		Tensão circunferencial	PE 63	3,5 MPa
			PE 80	4,6 MPa
			PE 100	5,5 MPa
	≥ 1.000 horas ⁴⁾	Temperatura	80°C	
		Tensão circunferencial	PE 63	3,2 MPa
			PE 80	4,0 MPa
			PE 100	5,0 MPa
	≥ 8.760 horas ^{5, 6)}	Temperatura	80°C	
		Tensão circunferencial	PE 63	1,8 MPa
			PE 80	2,4 MPa
			PE 100	3,4 MPa

NBR 8415

Nota:

¹⁾ Estes ensaios devem ser realizados a partir de um tubo liso com diâmetro externo DE 32 mm, espessura de parede de 3,0 mm e comprimento mínimo de 500 mm, fabricado com o mesmo composto de polietileno (3 corpos de prova por ensaio) a ser utilizado na fabricação do tubo corrugado.

²⁾ Caso ocorra ruptura do tipo dúctil antes do tempo mínimo especificado, o ensaio deverá ser repetido e todos os corpos-de-prova devem resistir o tempo mínimo especificado sem a ocorrência de rupturas. Caso ocorra ruptura do tipo frágil antes do tempo mínimo especificado, o material será considerado reprovado.

³⁾ No caso de ocorrer ruptura dúctil antes de 165 h, deve ser escolhida na tabela 2 uma nova relação tensão x tempo, para a tensão imediatamente inferior, e um novo ensaio deverá ser realizado. Caso ocorra fratura frágil antes do tempo mínimo especificado, para qualquer uma das tensões, o material será considerado reprovado para a aplicação.

⁴⁾ No caso de ocorrer qualquer tipo de ruptura na idade de 1000 horas, o material deve ser reprovado.

⁵⁾ Somente aplicável para caracterização do composto sem curva de regressão.

⁶⁾ 5 corpos-de-prova devem ser submetidos ao ensaio de longa duração. Corpos-de-prova que rompem na zona útil (fora da zona crítica) antes dos requisitos estabelecidos serão considerados válidos e reprovados.

Corpos-de-prova que rompem na zona crítica (a menos de 0,1 Lo. do Caneco/fechamento) serão considerados inválidos, podendo ser descartados e substituídos reiniciando a contagem de tempo dos mesmos.

O material será considerado aprovado se 3 corpos-de-prova válidos ultrapassarem o requisito de 8.760 horas sem ruptura.

Tabela 2 – Valores de tensão circunferencial x tempo para o ensaio de resistência à pressão hidrostática interna de curta duração a 80°C

PE – 63		PE – 80		PE – 100	
Tensão (MPa)	Tempo mínimo sem falha (h)	Tensão (MPa)	Tempo mínimo sem falha (h)	Tensão (MPa)	Tempo mínimo sem falha (h)
3,5	165	4,6	165	5,5	165
3,4	265	4,5	219	5,4	233
3,3	538	4,4	283	5,3	221
3,2	1000	4,3	394	5,2	476
		4,2	533	5,1	688
		4,1	727	5,0	1000
		4,0	1000		

4.3 Tubos

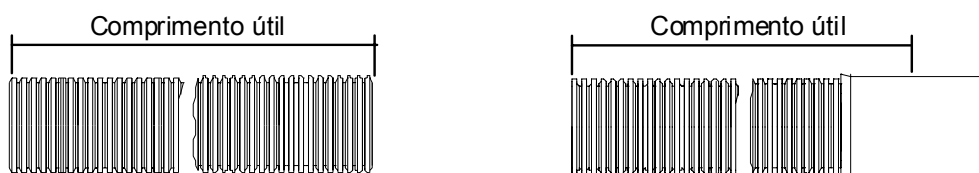
As superfícies dos tubos devem apresentar cor e aspecto uniformes e serem isentas de corpos estranhos, bolhas, fraturas do fundido, trincas, ou outros defeitos visuais que indiquem descontinuidade da matéria-prima e/ou do processo de extrusão que comprometa o desempenho do tubo.

De acordo com esta Norma, os tubos devem ser produzidos com as extremidades em ponta para junta elástica, e ter dimensões conforme tabela 3, possibilitando a interligação em tubos e conexões de outros materiais, utilizando-se adaptadores de transição.

Tabela 3 – Dimensões e tolerâncias dos tubos corrugados (em mm)

DE	Diâmetro Externo Médio		Diâmetro Interno Mínimo	Espessuras das Paredes e nervuras	Comprimento útil	
	D _{em}	Tolerância	D _{im}	e1 a e4 b1 a b4	C	Tolerância
110	110,7	± 0,8	92	Conforme projeto do fabricante do tubo (Figura 3)	6.000	+ 1,0%
160	160,6	± 0,7	134			
200	200,7	± 1,9	167			

Obs.: as espessuras e₁ e e₂ devem ser de no mínimo 1 mm.

**Figura 2 – Ilustração de barras sem e com luva de emenda**

4.4 Anel de vedação

O anel de vedação deve ser em borracha nitrílica e atender aos requisitos constantes na tabela 2A e aos ensaios e amostragem especificados na tabela 4.

Tabela 4 – Ensaios realizados durante a fabricação dos anéis de vedação

Ensaios	Tamanho da amostra	Quantidade de Corpos de prova	Periodicidade
Exame Visual	-	-	Por lote de fabricação
Dureza	1	3	
Resistência à Tração	1	3	
Imersão em água	1	3	
Envelhecimento ao ar	1	3	
Deformação Permanente à Compressão	1	3	

Quaisquer que sejam os formatos dos anéis deve ser garantida a estanqueidade da junta elástica, conforme item 4.6.

4.5. Conexões

Qualquer que seja o material utilizado na fabricação da conexão, este deverá atender aos requisitos especificados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Ensaios realizados nas conexões

Características	Requisitos	Parâmetros de ensaios	Método de ensaio
Dimensional	Atender aos requisitos da tabela 1 A	Temperatura: $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$	NBR 14264
Compressão Diametral	Resistir à deflexão de 30% D_{em} sem apresentar trincas, fissuras ou quebra.	Temperatura: $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ Velocidade: 12 mm/min Comprimento do corpo – de - prova: $(50 \pm 5)\text{mm}$	NBR 14272
Desempenho da Junta Elástica	Conforme item 4.6.	Temperatura: $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$	NBR 5685

Tabela 6 – Ensaios realizados durante a fabricação das conexões

Ensaios	Tamanho da amostra	Quantidade de Corpos de prova	Periodicidade
Exame visual	-	-	Contínua
Exame dimensional	3	1	1 peça a cada 20 produzidas
Compressão Diametral	1	1	
Desempenho da Junta Elástica	3	1	

4.6 Desempenho da junta elástica

As juntas elásticas formadas pela ponta do tubo e bolsa da luva de emenda, mais anel de vedação, conforme figura 3, devem apresentar-se estanques na temperatura de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ quando submetidas às condições estabelecidas na tabela 7.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 5685.

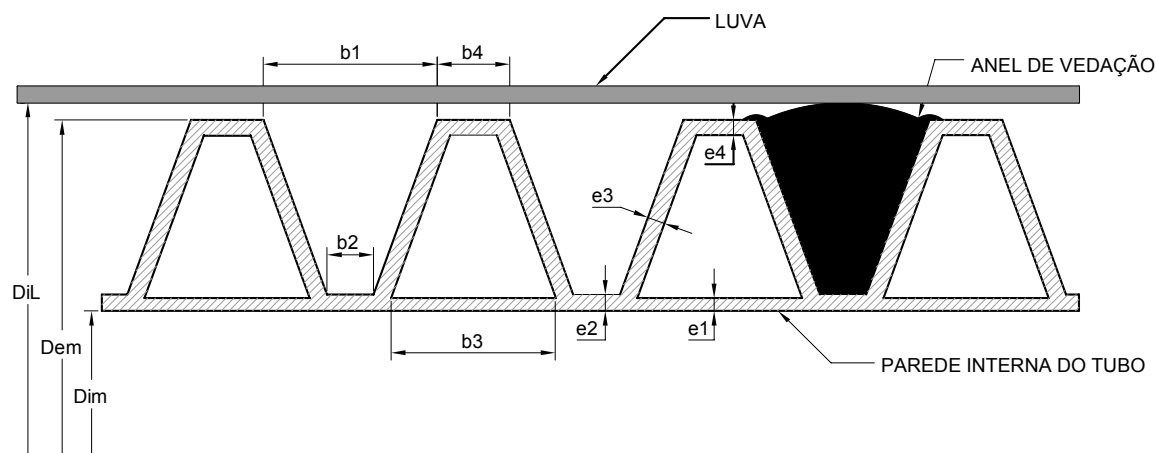


Figura 3 – Desenho ilustrativo e nomenclatura da junta elástica

Onde:

DiL = Diâmetro interno da luva (conforme projeto do fabricante)

Dem = Diâmetro externo médio do tubo (conforme tabela 3)

Dim = Diâmetro interno médio do tubo (conforme tabela 3)

e1 = espessura da parede lisa do tubo (conforme projeto do fabricante)

e2 = espessura da parede entre nervuras (conforme projeto do fabricante)

e3 = espessura da parede lateral da nervura (conforme projeto do fabricante)

e4 = espessura da parede superior da nervura (conforme projeto do fabricante)

b1 = distância entre as cristas sucessivas das nervuras (conforme projeto do fabricante)

b2 = distância entre as bases sucessivas das nervuras (conforme projeto do fabricante)

b3 = largura da base interna da nervura (conforme projeto do fabricante)

b4 = largura do topo da nervura (conforme projeto do fabricante).

Para outros tipos de perfil, o fabricante deve apresentar projeto que atenda de forma equivalente ao especificado na figura 3.

4.7 Fornecimento e acondicionamento

Os tubos devem ser fornecidos em barras, montados com anéis elásticos nas duas pontas e luva em uma das extremidades.

Durante o transporte, os tubos devem ser acondicionados adequadamente, para evitar sua queda e preservar sua integridade; deve-se ainda evitar sua exposição a fontes de calor ou a agentes químicos agressivos.

Os tubos devem ser estocados a partir da data de sua fabricação, protegidos da exposição de raios solares e/ou intempéries.

5 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA OS TUBOS

5.1 Caracterização do composto de polietileno (PE)

5.1.1 Densidade

A densidade do composto de polietileno deve ser maior ou igual a 0,940 g/cm³ e a tolerância admitida para cada lote recebido, em relação ao valor especificado pelo fabricante deve ser de $\pm 0,003$ g/cm³, quando determinada à temperatura de 23 °C.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NTS 049.

5.1.2 Índice de fluidez

O índice de fluidez do composto de polietileno deve ser menor ou igual a 1,6 g/10 min, quando ensaiado à temperatura de 190° C com massa de 5 kg.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 9023.

5.1.3 Tempo de oxidação indutiva (OIT)

O tempo de oxidação indutiva (OIT) do composto de polietileno deve ser maior ou igual a 20 minutos, quando ensaiado à 200 °C.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NTS 050.

5.1.4 Resistência à pressão hidrostática

A resistência mecânica do composto utilizado na fabricação do tubo deve ser verificada por meio dos ensaios de pressão hidrostática, com valores de pressão e temperatura da água definidos na tabela 1.

5.2 Ensaios e verificações realizados no tubo

5.2.1 Identificação e marcação

O espaçamento entre as marcações nos tubos fabricados de acordo com esta Norma deve ser de no máximo um metro, de forma visível, indelével e legível em cor contrastante com a do tubo, com as seguintes informações:

- a) o nome ou a marca de identificação do fabricante do tubo;
- b) a sigla PE e a classificação do composto (63, 80, etc);
- c) identificação comercial do composto utilizado na fabricação;
- d) o diâmetro nominal correspondente;
- e) a expressão: **TUBO PARA ESGOTO**;
- f) código que possibilite a rastreabilidade de fabricação, contendo a identificação do lote, da máquina e mês e ano de fabricação;
- g) número desta Norma.

5.2.2. Avaliação visual

A metodologia para esta avaliação está descrita no anexo C desta Norma.

As superfícies, interna e externa, dos tubos devem apresentar-se com cor e aspecto uniformes e serem isentas de corpos estranhos, bolhas, fraturas do fundido, rachaduras ou outros defeitos visuais que indiquem descontinuidade do composto que comprometa o desempenho e a durabilidade do tubo.

O interior do tubo deve ser submetido a um exame visual para conferir a distribuição homogênea da massa do composto ao longo da parede. Regiões que apresentem translucidez diferenciada são indicativas de anormalidade no processo de fabricação, devendo obrigatoriamente este tubo ser selecionado para posterior exame dimensional.

5.2.3 Exame dimensional

Os tubos fabricados de acordo com esta Norma devem ter suas dimensões avaliadas conforme projeto estrutural apresentado pelo fabricante do tubo e atender aos requisitos

da tabela 3 e figura 3, sendo verificados conforme metodologia descrita no anexo C desta Norma.

5.2.4 Índice de Fluidez

O valor do índice de fluidez de cada corpo-de-prova deve apresentar variação máxima de $\pm 25\%$ em relação ao valor medido no composto empregado para a fabricação dos tubos, quando ensaiados a 190°C com massa de 5 kg, conforme a NBR 9023.

5.2.5 Teor de resíduos inorgânicos

O teor de resíduos inorgânicos, admitido em cada corpo-de-prova, deve ser menor ou igual a 0,6%, quando ensaiados na temperatura de $(650 \pm 50)^{\circ}\text{C}$, conforme a NM 84 – Método A (em suas partes pertinentes).

5.2.6 Rigidez

O valor da rigidez de cada corpo-de-prova deve ser maior ou igual a 12.000 Pa, quando determinada a $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, conforme a ISO 9969.

5.2.7 Resistência ao impacto

Cada corpo-de-prova deve resistir ao impacto de 40J, de um percussor cilíndrico com as características apresentadas na tabela 7, sem apresentar falhas, quando ensaiados a $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, conforme a ASTM-D2444.

5.2.8 Compressão diametral

Cada corpo-de-prova deve ser submetido a uma compressão diametral de 30% do D_{em} , sem apresentar trincas, fissuras ou quebra, quando ensaiados a $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, conforme a NBR 14272.

Durante a realização deste ensaio a força aplicada não deve sofrer decréscimo de carga.

Após a retirada da carga, não deve haver mudança na direção da curvatura (colapso) da seção transversal do corpo-de-prova, nem a presença de quaisquer anomalias, tais como: fissuras, trincas, descolamentos, delaminações, amassamentos, amolgamentos, esbranquiçamentos, depressões, crateras ou qualquer outra deformação plástica.

Neste ensaio devem ser coletados tantos corpos de prova quanto os indicados na tabela 12 e adotado o seguinte critério por tamanho de lote:

- Até 150 tubos os ensaios devem ser realizados em 2 corpos-de-prova a 0° , 1 corpo-de-prova a 45° e em 2 corpos-de-prova a 90° , sendo a primeira referência tomada na linha de emenda do molde.
- Superior a 150 até 1200 tubos, os ensaios devem ser realizados em 3 corpos-de-prova a 0° , 3 corpos-de-prova a 45° , 3 corpos-de-prova a 90° e nos demais de forma aleatória, sendo a primeira referência tomada na linha de emenda do molde.
- Superior a 1200 tubos, os ensaios devem ser realizados em 5 corpos-de-prova a 0° , 5 corpos-de-prova a 45° , 5 corpos-de-prova a 90° e nos demais de forma aleatória, sendo a primeira referência tomada na linha de emenda do molde.

5.2.9 Dispersão de pigmentos

A dispersão do pigmento do composto de polietileno e do tubo acabado deve ser no máximo o grau 3 da Norma NTS 057. A avaliação visual deve ser feita através da análise das imagens do anexo D, sendo aprovadas as dispersões como as apresentadas nas figuras A1, A2 e A3.

5.2.10 Comportamento ao calor

Cada corpo-de-prova deve resistir à temperatura de $(110 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos sem apresentar fissuras, bolhas, delaminações ou descolamentos de paredes, conforme a NTS 056.

5.2.11 Desempenho da junta elástica

As juntas elásticas formadas pela ponta do tubo e bolsa da luva de emenda, mais anel de vedação, devem apresentar-se estanques na temperatura de $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ quando submetidas às condições estabelecidas na tabela 7.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 5685.

5.2.12 Teor de negro de fumo (para tubos pretos)

O tubo deve ser pigmentado com negro de fumo disperso homogênea e adequadamente, e que contemple as seguintes características, ensaiado conforme a NTS 058:

- a) conteúdo na massa do composto: $(2,5 \pm 0,5)\%$;
 b) tamanho médio das partículas: $\leq 25 \mu\text{m}$;

5.2.13 Verificação da resistência ao Stress Cracking

Cada corpo-de-prova devera ser imerso no reagente Igepal CO-630 a 10%, num banho termoestabilizado à temperatura de $(50 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ por no mínimo 72 horas, conforme anexo B, admitido-se 50% de falhas.

Tabela 7 – Ensaios realizados no tubo

Características	Requisitos	Parâmetros de ensaios		Método de ensaio
Dimensional	Atender aos requisitos da tabela 3	Temperatura:	$(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$	Anexo C
Densidade ⁽¹⁾	Admite-se uma variação de $\pm 0,003 \text{ g/cm}^3$ em relação ao composto.	Temperatura:	$(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$	NTS 049
Índice de Fluidez	Variação máxima de $\pm 25\%$ em relação ao valor do composto utilizado	Temperatura:	190 °C	NBR 9023
		Massa:	5 Kg	
Teor de cinzas	$\leq 0,6\%$	Temperatura:	$(650 \pm 50)^{\circ}\text{C}$	NM 84 – Método A
Teor de negro de fumo	$(2,5 \pm 0,5)\%$	—	-	NTS 058
Resistência ao stress cracking	≥ 72 horas	Temperatura: Falhas: Solução:	$(50 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ F50 10% Igepol	Anexo B
Rigidez	$\geq 12.000 \text{ Pa}$	Temperatura:	$(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$	ISO 9969
Compressão Diametral	Conforme item 5.2.7	Temperatura:	$(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$	NBR 14272
		Velocidade:	5 mm/min (± 1)	

/ continua

Tabela 7 (conclusão) – Ensaios realizados no tubo

Características	Requisitos	Parâmetros de ensaios		Método de ensaio
Resistência ao Impacto	Resistir ao impacto sem apresentar falhas ⁽²⁾	Temperatura:	(23 ± 2)°C	ASTM D-2444
		Condicionamento	1 h (água) ou 2 h (ar)	
		Percussor	Tipo B	
		Altura	2,0 m	
		Massa	2,0 kg	
		Base de Apoio	Plana	
Dispersão de Pigmentos	Classificação máxima - grau 3	Ampliação:	100 x	NTS 057
Comportamento ao Calor	Conforme item 5.2.9.	Temperatura:	(110 ± 2)°C	NTS 056
		Período de ensaio	30 minutos	
Estabilidade Térmica (OIT)	≥ 20 min	Temperatura	200° C	NTS 050
Desempenho da Junta Elástica com compressão	—	Temperatura	(23 ± 2)°C	NBR 5685
		Compressão diametral da ponta	10% Dem	
		Compressão diametral da bolsa	5% Dem	
	≤ 0,027 MPa	Vácuo parcial interno	0,03 (± 10%) MPa durante 15 min	
	Nenhum vazamento	Pressão de água	0,05 MPa durante 15 min.	
		Pressão de água	0,2 MPa durante 15 min.	
Desempenho da Junta Elástica com deflexão angular	—	Temperatura	(23 ± 2)°C	NBR 5685
		Deflexão angular	2°	
	≤ 0,027 MPa	Vácuo parcial interno	0,03 (± 10%) MPa durante 15 min	
	Nenhum vazamento	Pressão de água	0,05 MPa durante 15 min.	
		Pressão de água	0,2 MPa durante 15 min.	

Nota:

1) Admite-se que um dos corpos-de-prova apresente uma variação de até 0,005 g/cm³.

2) Falha: trinca, quebra, ruptura, descolamento entre a nervura e a parede interna do tubo ou quaisquer outras deformações permanentes.

5.3 Periodicidade dos ensaios

Os ensaios do composto e dos tubos devem ser realizados de acordo com a periodicidade e tamanhos de amostras estabelecidos nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Ensaio de recebimento do composto de polietileno

Ensaio	Periodicidade	Quantidade de Corpos de prova
Densidade	A cada novo lote recebido	3
Índice de fluidez		3
Estabilidade Térmica (OIT)		3
Dispersão de Pigmentos		6
Teor de Cinzas		3
Nota: Lote é a quantidade de material devidamente identificado recebido pelo fabricante do tubo.		

Tabela 9 – Ensaio realizado durante a fabricação do tubo

Ensaio	Periodicidade	Quantidade de Corpos de prova
Exame visual	Contínua	—
Exame dimensional	A cada 2 horas	3
Estabilidade térmica (OIT)	A cada 3 meses	3
Stress Cracking	Por lote de fabricação	3
Rigidez		3
Resistência ao impacto		3
Compressão diametral		3
Comportamento ao calor		3
Índice de Fluidez		3
Dispersão de Pigmentos		6
Desempenho da Junta Elástica		3
Teor de Cinzas		3
Notas:		
1) Lote de fabricação é a produção de 168 horas ininterruptas de tubos de mesmo diâmetro, extrudados numa mesma máquina com o mesmo lote de composto de polietileno.		

6 QUALIFICAÇÃO E INSPEÇÃO de RECEBIMENTO

6.1 Responsabilidades

Para a realização dos ensaios de qualificação técnica ou ensaios de recebimento, o fabricante deve colocar à disposição da Sabesp, equipamentos e pessoal especializado para a execução das verificações e ensaios necessários.

6.2 Verificações e Ensaios para Qualificação Técnica

Devem ser efetuados todos os ensaios de caracterização do composto, definidos na tabela 1, bem como todas as verificações e ensaios definidos nas tabelas 3, 5 e 7. As quantidades de corpos-de-prova estão definidas nas tabelas 4, 6, 8 e 9.

6.3 Verificações e Ensaios na Inspeção de Recebimento

A inspeção de recebimento deve ser efetuada em fábrica, com a realização de todas as verificações e ensaios definidos nas tabelas 3, 5, e 7.

Todo fornecimento deve ser dividido pelo fabricante em lotes, do mesmo diâmetro nominal. De cada lote formado devem ser retiradas amostras, de forma representativa, sendo a escolha aleatória e não intencional.

É vedado o fornecimento de tubos em lotes com menos de 26 tubos.

6.3.1 Amostragem para inspeção e recebimento

A composição da amostra está conforme a NBR 5426, considerando NQA 2,5, regime normal, amostragem dupla e nível de inspeção III, II e S4, respectivamente para os exames visual, dimensional e ensaios destrutivos.

De cada lote formado, devem ser retiradas amostras conforme tabela 10, para a execução do exame visual.

Da amostra aprovada no exame visual deve ser retirada uma nova amostra, conforme tabela 11 para exame dimensional.

Da amostra aprovada no exame dimensional deve ser retirada uma nova amostra, conforme tabela 12 para os ensaios destrutivos.

Os tubos, conexões e acessórios, constituintes das amostras, retirados dos lotes de acordo com a tabela 12, devem ser submetidos aos ensaios de índice de fluidez de acordo com 5.2.4, teor de resíduos inorgânicos de acordo com 5.2.5, rigidez de acordo com 5.2.6, resistência ao impacto de acordo com 5.2.7, compressão diametral de acordo com 5.2.8, dispersão de pigmentos de acordo com 5.2.9, comportamento ao calor de acordo com 5.2.10, desempenho da junta elástica de acordo com 5.2.11 e teor de negro de fumo para tubos pretos de acordo com 5.2.12.

Tabela 10 – Plano de amostragem para exame visual

Tamanho do lote	Tamanho da amostra		Tubos defeituosos			
	1ª amostra	2ª amostra	1ª amostragem		2ª amostragem	
			Aceitação ≤	Rejeição ≥	Aceitação ≤	Rejeição ≥
26 a 90	13	13	0	2	1	2
91 a 150	20	20	0	3	3	4
151 a 280	50	50	2	5	6	7
281 a 500	80	80	3	7	8	9
501 a 3200	125	125	5	9	12	13
3201 a 10000	200	200	7	11	18	19

Tabela 11 – Plano de amostragem para exame dimensional

Tamanho do lote	Tamanho da amostra		Tubos defeituosos			
	1ª amostra	2ª amostra	1ª amostragem		2ª amostragem	
			Aceitação \leq	Rejeição \geq	Aceitação \leq	Rejeição \geq
26 a 150	13	13	0	2	1	2
151 a 280	20	20	0	3	3	4
281 a 500	32	32	1	4	4	5
501 a 1200	50	50	2	5	6	7
1201 a 3200	80	80	3	7	8	9
3201 a 10000	125	125	5	9	12	13

Tabela 12 – Plano de amostragem para os ensaios destrutivos

Tamanho do lote	Tamanho da amostra		Tubos defeituosos			
	1ª amostra	2ª amostra	1ª amostragem		2ª amostragem	
			Aceitação \leq	Rejeição \geq	Aceitação \leq	Rejeição \geq
26 a 150	5	—	0	1	—	—
151 a 1200	13	13	0	2	1	2
1201 a 10000	20	20	0	3	3	4

6.3 Aceitação e rejeição**6.3.1 Primeira amostragem**

O lote é aceito quando o número de amostras defeituosas for igual ou menor do que o número de aceitação.

O lote deve ser rejeitado quando o número de amostras defeituosas for igual ou maior do que o número de rejeição.

6.3.2 Segunda amostragem

O lote, cujo número de amostras defeituosas for maior do que o número de aceitação e menor do que o número de rejeição da 1ª amostragem deve ser submetido a uma segunda amostragem.

O lote é aceito quando o número de amostras defeituosas for igual ou menor do que o número de aceitação da 2ª amostragem.

O lote deve ser rejeitado quando o número de amostras defeituosas for igual ou maior do que o número de rejeição da 2ª amostragem.

Na segunda amostragem considera-se para o critério de aceitação / rejeição, a soma dos itens da 1ª e 2ª amostragem.

6.4 Relatório de resultados da inspeção

Para cada lote inspecionado, o relatório de resultados de inspeção deve conter, no mínimo, o seguinte:

- identificação do produto;
- quantidade do lote de produção, em metros;
- tamanho do lote inspecionado;
- resultados dos ensaios realizados;
- declaração de que o lote fornecido atende, ou não, às especificações desta Norma;

f) quantidade do lote fornecido ao comprador, em metros;

O relatório de inspeção deve ser preenchido com todos os valores obtidos em cada um dos corpos-de-prova, em todos os ensaios.

Quando houver necessidade de arredondamento, este somente poderá ser efetuado no resultado final.

Se após a instalação do tubo ou conexão, produzidos e inspecionados de acordo com esta Norma, houver ocorrência de falhas, o Relatório mencionado neste item será utilizado como parâmetro de referência para a avaliação da qualidade do material.

/anexo A

Anexo A (normativo)**Acessórios e conexões para tubos corrugados de polietileno – requisitos**

É de responsabilidade do fabricante de tubo o fornecimento das conexões e acessórios necessários para o adequado funcionamento do sistema.

A1 Matéria-prima

A matéria-prima empregada para a fabricação das conexões, pode ser de polietileno, polipropileno ou policloreto de vinila, cujas características do produto final devam atender aos ensaios de desempenho conforme item 4.5.

É vedada a utilização de material reprocessado ou reciclado na fabricação das conexões.

A2 Conexões

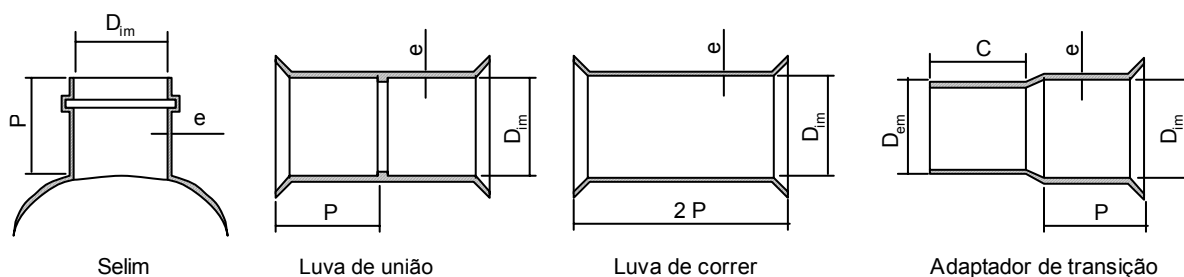
As superfícies, interna e externa, das conexões devem apresentar-se com cor e aspecto uniformes e serem isentas de corpos estranhos, bolhas, fraturas do fundido, rachaduras ou outros defeitos visuais que indiquem descontinuidade do composto que comprometa o desempenho e a durabilidade da conexão.

As conexões devem ser fabricadas segundo as dimensões constantes da tabela 1A e, modelos conforme figura 1A.

As conexões podem ser produzidas por qualquer processo de fabricação, desde que atendam aos ensaios especificados nesta Norma.

Tabela 1A – Dimensões e tolerâncias básicas das conexões (mm)

DN	Diâmetro Externo Médio – ponta		Diâmetro Interno Médio – bolsa		Espessura de Parede	Profundidade da bolsa	Comprimento da ponta
	D_{em}	Tolerância	D_{im}	Tolerância	$e, \text{ min}$	$P, \text{ min}$	$C, \text{ min}$
100	110,0	$\pm 0,3$	112,6	$\pm 1,0$	2,0	55	47
150	160,0	$\pm 0,4$	162,4	$\pm 1,0$	2,0	75	62
200	200,0	$\pm 0,5$	204,0	$\pm 1,5$	2,5	90	75

**Figura 1A – Exemplos de Conexões (figuras somente ilustrativas)****A3 Acessórios**

Anel de vedação (selim e tubo) e pasta lubrificante.

O anel de vedação deve atender aos requisitos especificados na tabela 2A.

A pasta lubrificante deve ser quimicamente compatível com os materiais utilizados na fabricação do tubo, conexão e do anel de vedação.

A4 Junta elástica

Quaisquer que sejam os formatos dos anéis de vedação, o conjunto formado pelo tubo, anel e conexão, deve garantir a vedação, intercambiabilidade e o desempenho da junta elástica.

O anel de vedação não deve ser instalado imediatamente após a primeira nervura.

A.5 Intercambiabilidade

As conexões fabricadas de acordo com esta Norma podem ser empregadas com tubos ou conexões de policloreto de vinila, cerâmicos ou de outros materiais coletores de esgotos, utilizando-se adaptadores de transição adequados para o sistema.

A.6 Fornecimento e acondicionamento

Durante o transporte, os acessórios e as conexões devem ser acondicionados adequadamente de maneira a preservar sua integridade. É vedada, também, a exposição à fonte de calor e a agentes químicos agressivos.

A estocagem dos materiais que atendam às especificações desta Norma deve ser obrigatoriamente protegida dos raios solares ou intempéries.

A.7 Marcação

As conexões fabricadas em polietileno, polipropileno ou policloreto de vinila devem apresentar, de forma visível e legível, no mínimo, os seguintes dizeres:

- a) nome ou marca de identificação do fabricante;
- b) diâmetro nominal (DN) correspondente;
- c) código que possibilite a rastreabilidade de fabricação;
- d) número desta Norma.

A.9 Requisitos específicos dos anéis de vedação**A.9.1 Exame visual**

O anel de vedação deve ser fabricado para atender aos requisitos especificados nesta Norma.

O anel de vedação deve apresentar, gravado em sua superfície de forma indelével os seguintes dizeres:

- a) nome ou marca de identificação do fabricante;
- b) diâmetro nominal (DN) correspondente;
- c) código que possibilite a rastreabilidade de fabricação.

A.9.2 Dureza Shore A

A variação da dureza Shore A pode ser de ± 5 pontos em relação à dureza nominal especificada pelo fabricante, quando medida na temperatura de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7423 ou NBR 7318.

A.9.3 Resistência à tração

Os corpos-de-prova, obtidos a partir de placa prensada, devem ter uma tensão mínima de ruptura de 3 Mpa e alongamento mínimo de 300%, quando determinado à temperatura de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7462.

A.9.4 Imersão em água

Os corpos-de-prova, obtidos a partir de placa prensada, devem ser imersos em água destilada ou deionizada a 70°C durante 7 dias e apresentar variação no volume entre $(-1 \text{ e } 10)\%$, quando determinada na temperatura de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 11407.

A.9.5 Envelhecimento ao ar

Os corpos-de-prova, obtidos à partir de placa prensada, devem ser expostos à 70 °C durante 7 dias e apresentar variação na dureza Shore A entre (–5 e +10) pontos, quando determinada na temperatura de (23 ± 2)°C.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7588.

A.9.6 Deformação permanente à compressão

Os corpos-de-prova, obtidos a partir de placa prensada, devem ser expostos a 23 °C durante 72 horas e apresentar deformação máxima de 20%, quando determinada na temperatura de (23 ± 2)°C.

Os corpos-de-prova, obtidos à partir de placa prensada, devem ser expostos à 70 °C durante 24 horas e apresentar deformação máxima de 25%, quando determinada na temperatura de (23 ± 2)°C.

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7588.

Tabela 2A – Requisitos para o anel de vedação

Característica	Requisito	Parâmetros de ensaios	Método de ensaio
Dureza Shore A	Apresentar uma variação máxima de ±5 pontos em relação à dureza nominal especificada	Temperatura: (23 ± 2)°C	NBR 7423 NBR 7318
Resistência à tração	Tensão de ruptura ≥ 3 Mpa e Alongamento na ruptura ≥ 300%	Temperatura (23 ± 2)°C	NBR 7462
		Dispositivo: Tipo I	
		Velocidade: (500 ± 5) mm/min	
Imersão em água destilada ou deionizada	Apresentar uma variação do volume entre –1 a +10%	Tempo: 7 dias Temperatura: (70 ± 2)°C	NBR 11407
Envelhecimento ao ar	Apresentar uma variação da dureza –5 a +10 pontos	Tempo: 7 dias Temperatura: (70 ± 2)°C	NBR 7588
Deformação permanente à compressão	Apresentar uma deformação máxima de 20%	Tempo: 72 horas Temperatura: (23 ± 2)°C	NBR 7588
	Apresentar uma deformação máxima de 25%	Tempo: 24 horas Temperatura: (70 ± 2)°C	

/anexo B

Anexo B (normativo)**Método de ensaio para verificação da resistência ao Stress Cracking****B.1 Objetivo**

Este método visa verificar a resistência ao tenso fissuramento de tubos corrugados de dupla parede em polietileno. Os corpos-de-prova obtidos a partir do tubo são imersos, por período pré-determinado, às condições de tensão e de reagente padrão sob temperatura elevada.

B.2 Aparelhagem

B.2.1 Recipiente ou banho termoequilibrado capaz de manter a temperatura de $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$ durante o ensaio;

B.2.2 Dispositivo para curvar o corpo-de-prova;

B.2.3 Becker ou recipiente com tampa, capaz de imergir totalmente o corpo-de-prova no reagente.

B.3 Corpo-de-prova

Devem ser selecionados tantos segmentos de tubo quanto o tamanho do lote de amostragem, conforme tabela 12, extraídos de tubos diferentes.

De cada um desses segmentos devem ser retirados 4 corpos-de-prova da mesma seção transversal do tubo em forma de arco de 90° e abranger longitudinalmente o perfil coextrudado, conforme indica a figura 1B.

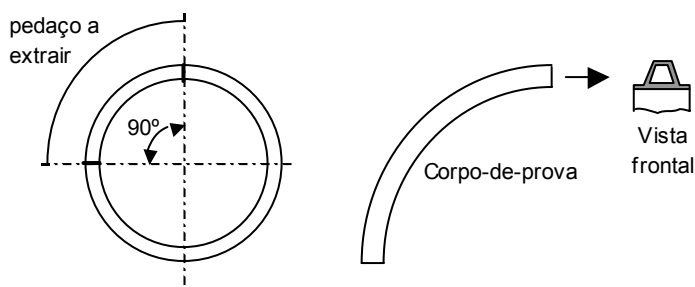


Figura 1B – Configuração do corpo-de-prova

B.4 Procedimento

Flexionar o corpo-de-prova para reduzir a corda interna em $(20 \pm 1)\%$ e mantê-lo nesta posição (figura 2B) utilizando o dispositivo descrito em B.2.2. Determinar o comprimento do arco do corpo-de-prova conforme:

$$B = 0,8 * A$$

Onde:

A = Comprimento da corda medido entre as extremidades de um segmento correspondente a $1/4$ do diâmetro original

B = Comprimento da corda após flexionar.

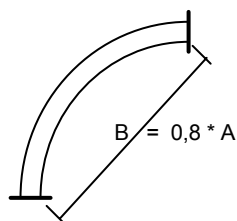


Figura 2B – Comprimento da corda após flexão

Colocar o corpo-de-prova flexionado em um Becker ou recipiente, conforme A.3.3, e cobri-lo completamente com o reagente. O reagente a ser utilizado deve ser “Igepal CO-630” a 10%, nome comercial: nonifenoxi poli (etilenoxi) etanol, ou equivalente.

Tampar o Becker ou recipiente e acondiciona-lo no banho termoestabilizado à temperatura de $(50 \pm 1)^{\circ}\text{C}$; verificar o nível do reagente e temperatura.

Retirar o corpo-de-prova depois de completadas 24 horas de exposição nas condições acima. Os corpos-de-prova não devem apresentar fissuras.

Retirar o corpo-de-prova depois de completadas 72 horas de exposição nas condições acima.

/anexo C

Anexo C (normativo)**Exame visual e dimensional – métodos de ensaio****C1 - Objetivo**

Prescrever os métodos para o exame visual e dimensional de tubos corrugados de dupla parede em polietileno, fabricados de acordo com esta Norma.

C2 - Preparação da amostra

Os tubos devem ser retirados da pilha do lote apresentado, para exame. A amostra será composta por uma quantidade de tubos conforme tabela 10 para o exame visual, tabela 11 para o exame dimensional e tabela 12 para os ensaios destrutivos.

Os tubos selecionados devem ser identificados em ordem numérica crescente e os respectivos corpos de prova, extraídos para cada ensaio, devem ser identificados com a mesma numeração do tubo.

C3 - Exame Visual

Verificar a marcação do tubo, que deve estar conforme item 5.2.1 desta Norma.

Verificar se as superfícies dos tubos estão com cor e aspecto uniformes e isentas de corpos estranhos, furos, contaminações, rebarbas, saliências, bolhas externas ou internas, trincas, rachaduras ou outros defeitos visuais.

Marcas externas longitudinais, diametralmente opostas, provenientes dos moldes do corrugador, não devem ser consideradas como defeito, a menos que seja constatada descontinuidade de massa (vazios).

Verificar a luz do sol, se ao longo da parede interna do tubo há regiões que apresentem diferentes graus de translucidez. Para esse exame deve-se impedir totalmente a entrada da luz por uma das extremidades (utilizar um cap ou um tampão) e fazer a observação através da outra extremidade, imprimindo um movimento de rotação ao tubo em torno do seu eixo longitudinal.

Repetir o procedimento anterior invertendo-se as extremidades.

Secções que apresentem diferença de translucidez, como as exemplificadas na figura 1C, a seguir, devem ser obrigatoriamente cortadas, identificadas e selecionadas como corpos de prova para a verificação dimensional. O corte deve ser executado de tal forma que a região que apresente variação na translucidez seja retirada, obtendo-se um segmento de tubo com no mínimo 500 mm de comprimento.

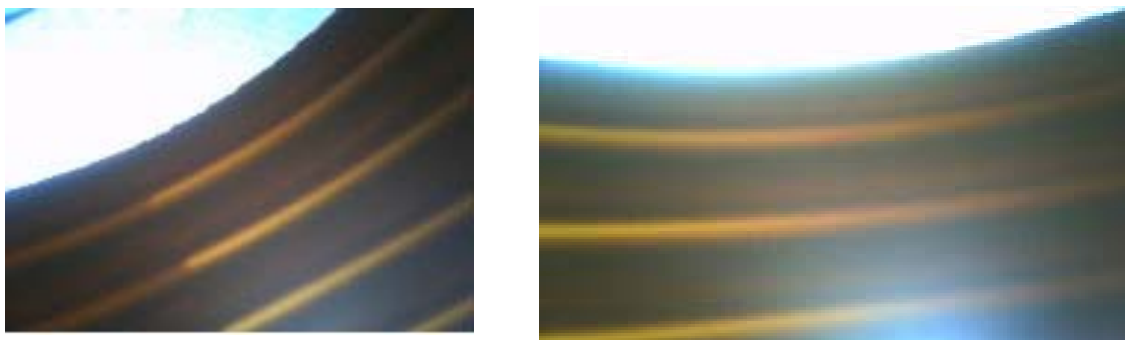


Figura 1C – Diferenças de translucidez

C4 - Exame dimensional

Todas as dimensões indicadas na figura 2C a seguir devem ser objeto de medição, e obedecer à tabela 3 desta Norma.

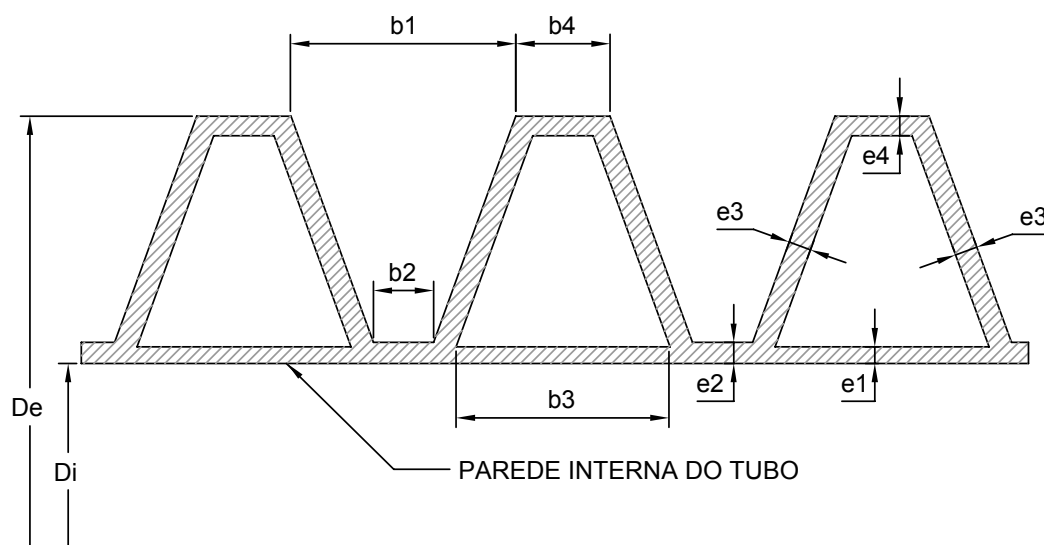


Figura 2C – Dimensões a serem aferidas:

Onde:

- De = Diâmetro externo do tubo (conforme tabela 3 da NTS 198);
- Di = Diâmetro interno do tubo (conforme tabela 3 da NTS 198);
- e1 = espessura da parede lisa do tubo (conforme projeto do fabricante);
- e2 = espessura da parede entre nervuras (conforme projeto do fabricante);
- e3 = espessura da parede lateral da nervura (conforme projeto do fabricante);
- e4 = espessura da parede superior da nervura (conforme projeto do fabricante);
- b1 = medida entre as cristas sucessivas das nervuras (conforme projeto do fabricante);
- b2 = medida entre as bases sucessivas das nervuras (conforme projeto do fabricante);
- b3 = medida da base interna da nervura (conforme projeto do fabricante);
- b4 = medida do topo da nervura (conforme projeto do fabricante).

C4.1- Aparelhagem

Para a realização deste ensaio, os equipamentos devem estar aferidos e no período de validade dos respectivos certificados.

- medidor de espessuras, com os seguintes requisitos:
 - ser de aço;
 - ter resolução mínima de 0,05 mm;
 - as extremidades das hastes que tocam as paredes externa e interna do tubo podem ser esféricas, hemisféricas ou em forma de disco ou semi-disco com raio (menor ou igual) a 2mm;
- paquímetro, com resolução mínima de 0,05 mm;
- fita perimetral graduada, com os seguintes requisitos:
 - ser de aço inoxidável e flexível, possibilitando sua conformação ao perímetro do tubo;
 - ter resolução mínima de 0,05 mm;
- trena para determinação do comprimento do tubo, com resolução mínima de 1 mm.

C4.2- Corpos de prova

Para a verificação dimensional devem fazer parte:

- obrigatoriamente, todos os segmentos (corpos de prova) selecionados e numerados conforme o item C3 deste anexo;
- demais segmentos (corpos de prova) necessários para a formação do lote de amostragem.

C4.3 - Para a determinação do diâmetro externo, deve-se:

- selecionar um dos corpos de prova;
- com a fita perimetral, obter o diâmetro externo, anotando o valor encontrado;
- repetir o procedimento por mais três vezes, em nervuras diferentes;
- comparar os valores obtidos no corpo de prova, com o valor de projeto e respectiva tolerância, determinando sua conformidade ou não conformidade.
- repetir o procedimento para todos os corpos de prova;

C4.4 – Para a determinação do diâmetro interno, deve-se:

- selecionar um dos corpos de prova;
- posicionar as pontas para medidas internas do paquímetro no interior do tubo, fazer a leitura e anotar o valor encontrado;
- repetir a operação de modo a obter quatro leituras, com aproximadamente 45 graus de defasagem;
- adotar os mesmos procedimentos para a outra extremidade do corpo de prova;
- comparar os valores obtidos, em cada extremidade do corpo de prova, com o valor de projeto e respectiva tolerância, determinando sua conformidade ou não conformidade.
- repetir o procedimento para todos os corpos de prova;

C4.5 – Determinação das espessuras na região das nervuras:**a) Preparação de corpo de prova com diferença de translucidez:**

- seccionar o corpo de prova através do diâmetro, no sentido longitudinal, tangenciando a região com diferença de translucidez, preservando-a;
- obtidas as duas metades do segmento de tubo, fazer novo exame visual interno, para que seja estabelecido o comprimento total da região que apresenta maior translucidez;
- marcar o ponto médio dessa região e fazer novo corte, entre nervuras e no sentido radial do segmento, seccionando a região translúcida;
- retirar completamente uma das nervuras que está na extremidade da região translúcida, o mais próximo possível da sua base e ao longo de todo o semiperímetro, conforme figura 3C;
- preservar a nervura retirada, para as medições posteriores;
- repetir o mesmo procedimento na outra metade do segmento, em região diametralmente oposta.

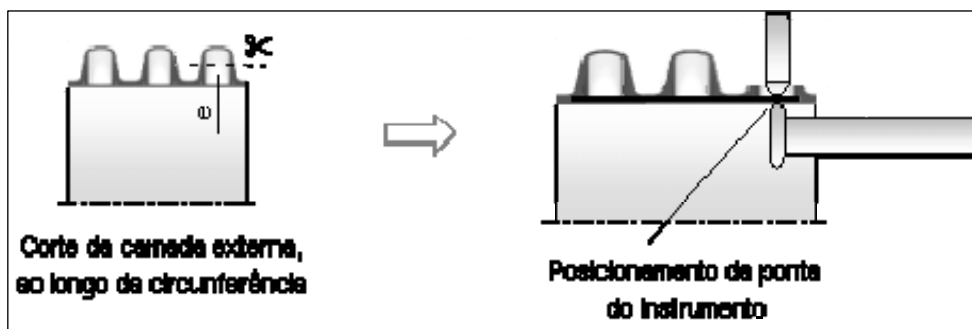


Figura 3C – Posicionamento do instrumento de medição

b) Preparação de corpo de prova sem diferença de translucidez:

- fazer um corte diametral no sentido longitudinal do corpo de prova;
- retirar completamente uma das nervuras, o mais próximo possível da sua base e ao longo de todo o semiperímetro, conforme figura 3C;
- preservar a nervura retirada, para as medições posteriores;
- repetir o mesmo procedimento na outra metade do segmento, em região diametralmente oposta.

c) Execução do ensaio:

- posicionar o medidor de espessuras na região da base da nervura, para determinação da dimensão (e1) e entre nervuras para determinação da dimensão (e2), ao longo do semi-perímetro, realizando uma medida a cada 45^0 , a partir de 0^0 para verificação do atendimento das dimensões mínimas e tolerâncias dimensionais. Arredondar o valor obtido para o 0,1mm mais próximo;
- posicionar o medidor de espessuras em uma das pernas da nervura que foi retirada, para determinação das dimensões (e3 e e4), ao longo do semi-perímetro, realizando uma medida a cada 45^0 , a partir de 0^0 para verificação do atendimento das dimensões mínimas e tolerâncias dimensionais. Arredondar o valor obtido para o 0,1mm mais próximo. Repetir o procedimento na outra perna da nervura, para obtenção da outra dimensão (e3);
- posicionar o paquímetro na região interna da base da nervura, para determinação da dimensão (b3) e entre nervuras para determinação da dimensão (b2), nas extremidades do semi-perímetro, realizando duas medidas para verificação do atendimento das dimensões mínimas e tolerâncias dimensionais. Arredondar o valor obtido para o 0,1mm mais próximo;
- posicionar o paquímetro na região da crista da nervura para determinação da dimensão (b4) e entre cristas de nervuras para determinação da dimensão (b1) nas extremidades do semi-perímetro, realizando duas medidas para verificação do atendimento das dimensões mínimas e tolerâncias dimensionais. Arredondar o valor obtido para o 0,1mm mais próximo;
- repetir os procedimentos para a outra metade do corpo de prova;
- repetir os procedimentos para todos os corpos de prova.

C4.6- Comprimento:

- a determinação do comprimento do tubo é realizada com auxílio da trena descrita em C4.1, fazendo-se a leitura sobre uma única geratriz do tubo e arredondando-se para o cm mais próximo.

C5 - Relatório de Ensaio

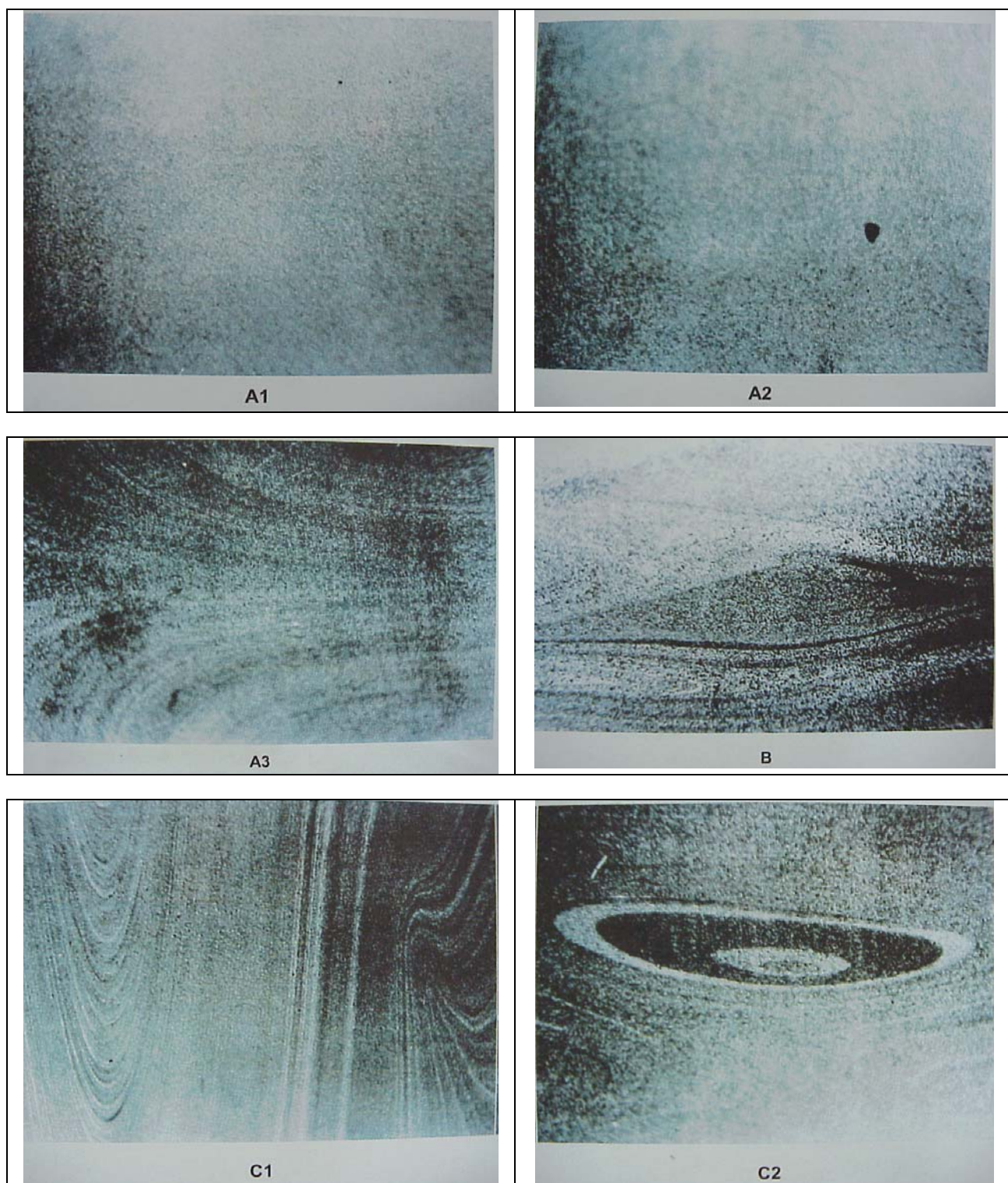
O relatório destes ensaios deve conter as seguintes informações:

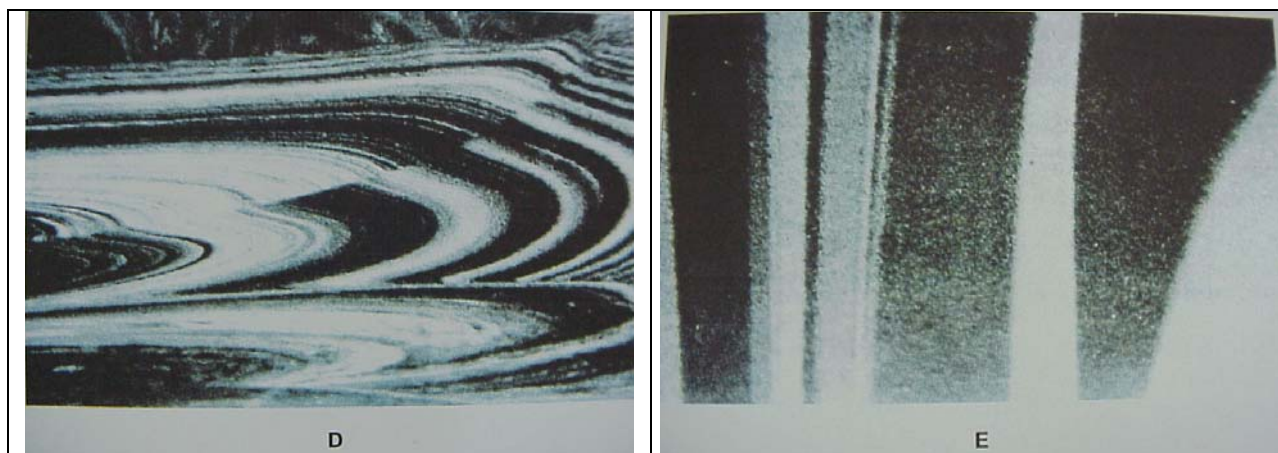
- a) completa identificação dos corpos-de-prova, incluindo o tipo de material, nome/ou marca de identificação e código do fabricante;
- b) todos os valores e respectivas tolerâncias das medições realizadas durante a execução do ensaio;
- c) temperatura de ensaio;
- d) data do ensaio;
- e) referência a esta Norma.

/anexo D

Anexo D

Imagens comparativas de dispersão de pigmentos





Tubo corrugado de PE e conexões para ramais prediais e redes coletoras de esgotos

Considerações finais:

- 1) Esta Norma técnica, como qualquer outra, é um documento dinâmico, podendo ser alterada ou ampliada sempre que for necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados à Assessoria para Desenvolvimento Tecnológico - TVV;
- 2) Tomaram parte na elaboração desta Norma:

ÁREA	UNIDADE DE TRABALHO	NOME
C	CSQ	Dorival Correa Vallilo
M	MCEO	Aguinaldo Siega Júnior
M	MLEE	Hiroshi Ietsugu
R	RADA-2	Rubens Calazans Luz Filho
R	REQ	Pedro Jorge Chama Neto
R	RGFF.3	Antonio Carlos Gianotti
R	ROP	Maurício Soutto Mayor Júnior
T	TGP	Emiliano S. Mendonça
T	TVV	Marco Aurélio Lima Barbosa
T	TVV	Reinaldo Putvinskis

Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Diretoria de Tecnologia e Planejamento – T
Assessoria para Desenvolvimento Tecnológico – TVV

Rua Costa Carvalho, 300 - CEP 05429-900
São Paulo - SP - Brasil
Telefone: (0xx11) 3388-8091 / FAX: (0xx11) 3814-6323
E-MAIL : rputvinskis@sabesp.com.br

- Palavras-chave: tubo de polietileno, ramal predial de esgoto, rede de esgoto

- 28 páginas