

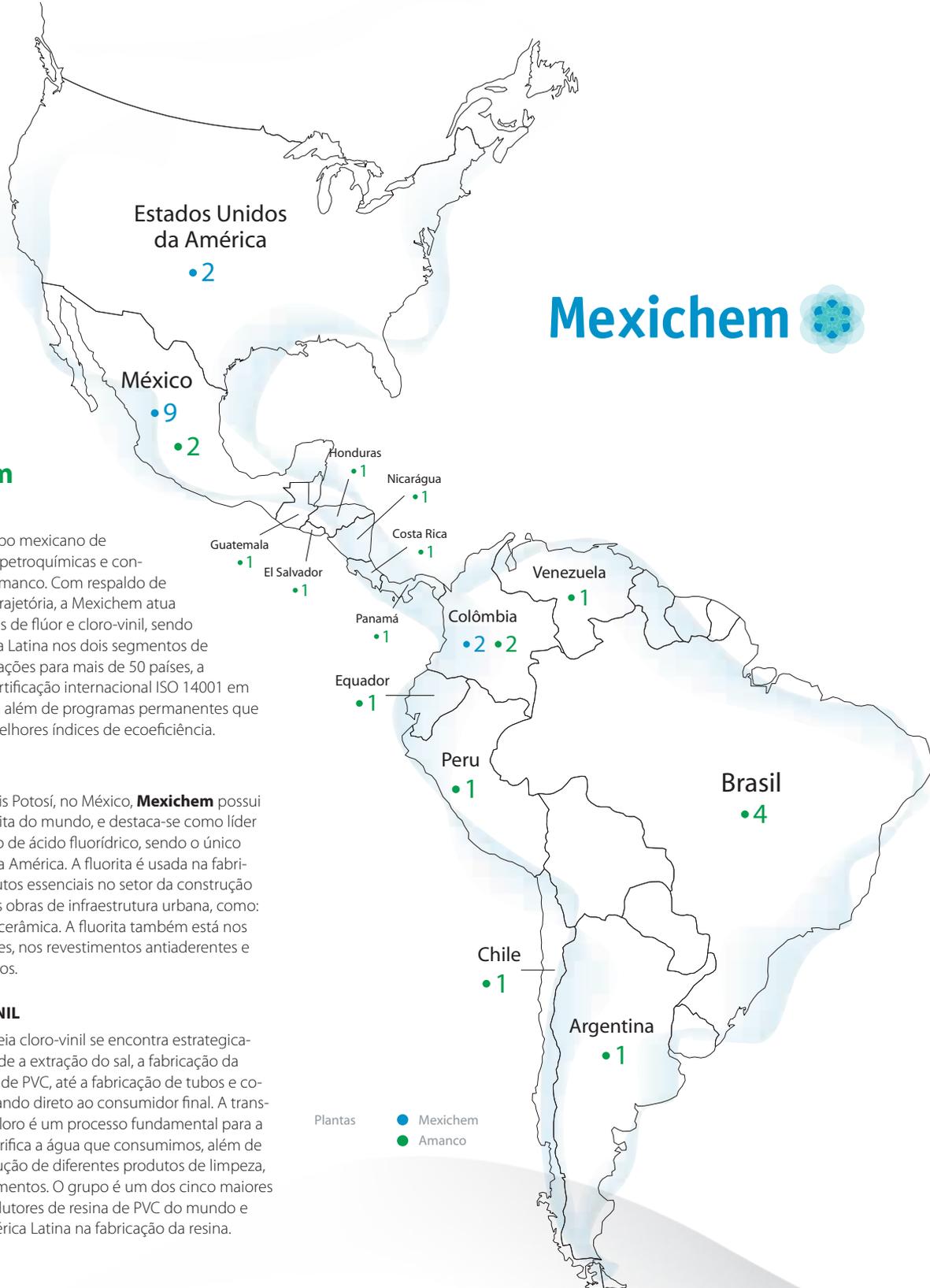


Manual Técnico

# Linha Amanco PPR

| Manual Técnico Linha Amanco PPR para Condução de Água Quente e Fria





## A Mexichem

**Mexichem** é um grupo mexicano de empresas químicas e petroquímicas e controladora do Grupo Amanco. Com respaldo de mais de **50 anos** de trajetória, a Mexichem atua nas cadeias produtivas de flúor e cloro-vinil, sendo líder em toda América Latina nos dois segmentos de negócio. Com exportações para mais de 50 países, a **Mexichem** possui certificação internacional ISO 14001 em todas as suas fábricas, além de programas permanentes que buscam sempre os melhores índices de ecoeficiência.

### CADEIA FLÚOR

Localizada em San Luis Potosí, no México, **Mexichem** possui a maior mina de fluorita do mundo, e destaca-se como líder mundial na fabricação de ácido fluorídrico, sendo o único produtor integrado na América. A fluorita é usada na fabricação de vários produtos essenciais no setor da construção de casas e de grandes obras de infraestrutura urbana, como: aço, cimento, vidro e cerâmica. A fluorita também está nos combustíveis nucleares, nos revestimentos antiaderentes e nos circuitos integrados.

### CADEIA CLORO-VINIL

Na **Mexichem**, a cadeia cloro-vinil se encontra estrategicamente integrada, desde a extração do sal, a fabricação da soda, o cloro, a resina de PVC, até a fabricação de tubos e conexões de PVC, chegando direto ao consumidor final. A transformação do sal em cloro é um processo fundamental para a vida. É o cloro que purifica a água que consumimos, além de ser essencial na produção de diferentes produtos de limpeza, branqueadores e pigmentos. O grupo é um dos cinco maiores e mais eficientes produtores de resina de PVC do mundo e líder absoluto na América Latina na fabricação da resina.

Plantas  
● Mexichem  
● Amanco



**Mexichem**  
 45 fábricas  
 em 15 países



## O Grupo Amanco

O **Grupo Amanco** é uma companhia industrial, parte do Grupo Mexichem, e uma das líderes mundiais na produção e comercialização de tubos e conexões para a condução de fluidos, principalmente água.

Os produtos **Amanco** são comercializados em 35 países do mundo através de uma extensa rede de mais de 55.000 pontos de venda. A Amanco conta com 24 fábricas em 15 países da América Latina, oferecendo soluções inovadoras, produzidas com a mais alta tecnologia, ecoeficiência e qualidade.



## Amanco Brasil

A **Amanco Brasil** conta atualmente com 1700 colaboradores em quatro unidades fabris, duas localizadas em Joinville, uma em Sumaré-SP e uma em Suape-PE, além de sua sede em São Paulo, capital.

A Amanco é comprometida com a qualidade, sendo a única empresa fabricante de tubos e conexões do Brasil a ter a tripla certificação em suas fábricas:

**ISO 9001:** Sistema de Gestão de Qualidade

**ISO 14001:** Sistema de Gestão Ambiental

**OHSAS 18001:** Sistema de Gestão de Saúde Ocupacional e Segurança dos Colaboradores



Tecnologia | Inovação | Qualidade | Liderança



inovação em tubos e conexões



## Conduzimos Água, Levamos Vida

A América Latina é uma região de contrastes e de grandes desafios em matéria de água. Apesar de contar com quatro dos 25 rios mais caudalosos do mundo, 55 milhões de latino-americanos não possuem acesso a água limpa, 116 milhões de pessoas não contam com serviços sanitários e somente 14% das águas residuais recebem tratamento.

A Amanco responde a esta realidade não somente com produtos inovadores para condução e controle da água, mas implementando ações para sensibilizar os habitantes da região sobre a necessidade do uso eficiente do recurso hídrico e promovendo a participação das autoridades governamentais, a empresa privada e a sociedade civil na busca de solucionar os problemas que impedem a universalização dos serviços de água e saneamento em toda a América Latina.

### **BLOG E REVISTA AQUA VITAE** **WWW.AQUAVITAE.COM**

O Blog e a Revista Aqua Vitae são publicações especializadas no tema da água patrocinadas por Amanco-Mexichem, com um enfoque latino-americano. Aqua Vitae busca ser uma tribuna para sensibilizar sobre os desafios da gestão do recurso hídrico, expondo soluções inovadoras, analisando propostas e fomentando o diálogo multisetorial sobre este importante recurso do planeta.



**AQUA VITAE**  
Revista especializada na questão da água com um enfoque Latino-americano.





#### PARCERIA AMANCO – SENAI

Uma das maiores iniciativas da Amanco no campo social, forma e capacita milhares de profissionais por ano na área hidráulica.

## Responsabilidade Socioambiental

Para a Amanco sustentabilidade é uma gestão empresarial sustentada pelo Triplo Resultado, buscando equilíbrio entre três resultados: social, ambiental e econômico. A sustentabilidade integra a estratégia de negócios da Amanco e está inserida no dia a dia da empresa. Toda e qualquer ação ou produto desenvolvido pela Amanco deve apresentar vantagens econômicas, oferecer benefícios para a sociedade e primar pela preservação e sustentabilidade do meio ambiente.

A empresa acredita que para alcançar êxito empresarial, deve contribuir fortemente para desenvolver e melhorar a sociedade no qual está inserida a fim de que esta prospere junto com a Amanco. A sustentabilidade prega a responsabilidade de gerir negócios e recursos naturais de forma a não comprometer as futuras gerações.



**REUSO DE ÁGUA** nos processos de fabricação e coleta seletiva de resíduos: Iniciativa em todas as unidades da Amanco.

Certificações concedidas à Amanco:



Tecnologia | Inovação | Qualidade | Liderança



inovação em tubos e conexões

As imagens contidas neste catálogo são meramente ilustrativas.  
Consulte sempre a disponibilidade do produto junto à equipe comercial Amanco.

# Linha Amanco PPR

## Índice



<b>01</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	pág. 11
	1.1 A Amanco, seus Produtos e o Meio Ambiente	12
	1.2 A matéria-prima	12
	1.3 Desenvolvimento do Amanco PPR	14
	1.4 Campos de aplicação	15
<b>02</b>	<b>NORMAS</b>	pág. 17
	2.1 Normas atendidas pelo Amanco PPR	18
<b>03</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	pág. 19
	3.1 Características técnicas	20
<b>04</b>	<b>INSTALAÇÃO</b>	pág. 33
	4.1 Método de instalação	34
	4.2 Recomendações de projeto	39
	4.3 Cuidados especiais e precauções	60
<b>05</b>	<b>PRODUTOS</b>	pág. 63
<b>06</b>	<b>ANEXOS</b>	pág. 77
	6.1 Testes Falcão Bauer	78



# 01

## Introdução



- 1 - Tubo PPR
- 2 - Joelho 90° PPR
- 3 - Misturador FFF PPR
- 4 - Curva Transposição PPR
- 5 - Registro Pressão PPR
- 6 - TÊ PPR
- 7 - Joelho 90° PPR com Inseto metálico



# Linha Amanco PPR

## 01

### Introdução

11



1.1 A Amanco, seus Produtos e o Meio Ambiente	12
1.2 A matéria-prima	12
1.3 Desenvolvimento do Amanco PPR	14
1.4 Campos de aplicação	15

## 1.1 A Amanco, seus Produtos e o Meio Ambiente

O Grupo Amanco procura oferecer ao mercado produtos ambientalmente responsáveis para serem aplicados em finalidades nobres como redes de distribuição de água, saneamento básico e outras aplicações da construção civil, infraestrutura e agricultura.

Com relação ao polipropileno, material utilizado no Amanco PPR, podemos destacar:

- **O polipropileno não é classificado como material perigoso segundo a Norma NBR-10004 (classificação de resíduos sólidos) e segundo a ONU;**
- **A entrega para usinas de triagem e reciclagem de resíduos sólidos urbanos ou mesmo a venda para empresas especializadas em reciclagem é uma alternativa ecologicamente correta para os resíduos do polipropileno, sendo utilizado o número 5 para a identificação como material plástico reciclável;**
- **O polipropileno é quimicamente pouco reativo e geralmente reconhecido como sendo biologicamente inerte. O produto não é considerado tóxico por nenhuma legislação, não sendo necessária a rotulagem de risco conforme regulamentação da E.U. (European Union).**

Ao utilizar o produto, seguir todas as normas técnicas vigentes; em caso de dúvida, consultar o Atendimento Técnico da Amanco:

**Telefone:** 0800 701 8770.

**E-mail:** atendimento.tecnicoambr@amanco.com

## 1.2 A matéria-prima

O Amanco PPR é fabricado com um material inovador: o Polipropileno Copolímero Random Tipo 3.

### **O Composto**

De acordo com a norma brasileira do produto NBR 15813, o composto de PPR deve conter todos os aditivos, antioxidantes, estabilizantes e pigmentos. O fabricante de tubos e conexões deve receber o composto pronto do fornecedor do polímero-base, o que é fundamental para garantir o desempenho do produto no longo prazo. O Amanco PPR está de acordo com a NBR 15813.

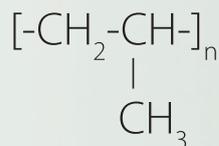
### **A Estrutura Molecular**

O Polipropileno é uma resina poliolefínica que tem como principal componente o petróleo. Conforme tabela 1, através de complexos processos químicos ocorre a ruptura das cadeias moleculares, obtendo-se o PPR, que é a última geração de copolímero, cujas unidades químicas não seguem qualquer sequenciação, dispõe-se ao acaso, sendo chamado de "copolímero aleatório ou randômico".

Esta fabulosa matéria-prima, de excelente performance e de característica muito peculiar, foi desenvolvida pelos europeus em 1954.

Tabela 1	
Polímero	Representação
Homopolímeros	...A-A-A-A...
	...B-B-B-B...
Copolímero	Alternado ...-B-A-B-A-B-A...
	Em bloco ...-B-B-B-A-A-A...
	Aleatório ou Randômico ...-B-A-A-A-B-B-A-B...

## Representação Química do Polipropileno



Atualmente, poucas empresas petroquímicas mundiais dispõem de tecnologia para fabricação do Polipropileno Copolímero Random - Tipo 3, em função da necessidade de se conseguir uma resina que conjugue resistência à alta temperatura e alta pressão, e durabilidade por um período de 50 anos.

A utilização do Polipropileno Copolímero Random - Tipo 3 para condução de água quente superou diversos testes nos mais avançados laboratórios e também as mais exigentes condições de uso, em países como Alemanha, Itália, Turquia, Argentina e Holanda, que utilizam esta solução com pleno sucesso há mais de 25 anos.

## Valores da Aplicação

A matéria-prima processada em pequenos grânulos de cor verde é submetida a diversos testes conforme resumo na tabela abaixo, definindo-se os valores das características físicas, mecânicas e térmicas para o Polipropileno Copolímero Random – Tipo 3, conforme tabela 2.

Tabela 2

Propriedades	Método	Unidade de Medida	Valor		
Viscosidade	ISO 1628	cm <sup>3</sup> /g	430		
Índice de Fusão 190° C - 5 kg 230° C - 2,16 kg 230° C - 5 kg	ISO 1133	g/10 min	0,5 0,3 1,5		
Densidade a 20° C	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	0,898		
Zona de fusão cristalina	ISO 3146	° C	150 a 154		
Carga de ruptura	ISO 527	N/mm <sup>2</sup>	40		
Alongamento na ruptura	Velocidade 50 mm/min	%	> 50		
Módulo de Elasticidade	ISO 527	N/mm <sup>2</sup>	Vide página 56 do Manual		
Resistência ao Impacto* - Charpy sem entalhe 23° C 0° C -30° C	ISO 179	kJ/m <sup>2</sup>	Não rompe Não rompe 43		
- Charpy com entalhe 23° C 0° C -30° C			22 4,5 2,5		
Coefficiente de dilatação térmica linear			DIN 53752	mm/(m° C)	0,15
Condutividade elétrica a 20° C			DIN 52612	W/(mK)	0,24
Calor específico a 20° C			Calorímetro adiabático	kJ (kgK)	2,0

\*ensaio representado através do impacto de um pêndulo idealizado pelo cientista francês Georges Charpy, com os resultados da ISO 179 representados na tabela 2.

## 1.3 Desenvolvimento do Amanco PPR

O Grupo Amanco trouxe a tecnologia do Amanco PPR da empresa holandesa Wavin S.A, uma das maiores fabricantes mundiais de produtos plásticos para condução de fluidos. Atualmente, os tubos e conexões Amanco PPR são fabricados no Brasil.

A técnica de instalação, a quantidade das conexões disponíveis, a versatilidade do sistema e as características físico-químicas fazem do Amanco PPR uma solução notável. O sistema é composto por tubos com comprimentos comerciais de **3 metros**, que permitem a realização de instalações hidráulicas das mais variadas formas, com um excelente resultado no tempo de aplicação.



Tabela 3

Classe de Pressão	Série
PN 25	S 2,5
PN 20	S 3,2
PN 12	S 5,0

O Amanco PPR está disponível nos seguintes diâmetros e classes de pressão:

- **PN 25 e PN 20: diâmetros de 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 e 110 mm, para instalações de água quente;**
- **PN 12: diâmetros de 32, 40, 50, 63, 75, 90 e 110 mm, para instalações de água fria;**

**PN 25 é identificado com uma gravação na cor vermelha**

**PN 20 é identificado com uma gravação na cor amarela**

**PN 12 é identificado com uma gravação na cor azul e com a inscrição “Exclusivo Água Fria”**

**As conexões Amanco PPR são todas PN 25.**

De acordo com a NBR 15813, os tubos PPR também são identificados por uma **série** que varia conforme o diâmetro e a espessura nominal do tubo (tabela 3).

## 1.4 Campos de aplicação

O Amanco PPR é recomendado para instalações prediais de água quente e fria sob pressão, por longos períodos de tempo, em diversas aplicações:

### ***Instalações Prediais***

O Amanco PPR é produzido com matéria-prima atóxica, adequada para condução de água a altas temperaturas através de sistemas de aquecimento a gás, elétrico e solar. É recomendado para residências, edifícios residenciais e comerciais, hotéis, restaurantes e instalações que tenham alta exigência de desempenho e durabilidade.



### ***Instalações Navais, Trailers e Containers***

Face à excelente resistência aos ataques físico-químicos e absorção de vibrações e movimentos, o Amanco PPR é utilizado em larga escala para condução de fluidos em embarcações.



### ***Instalações Industriais***

Pode ser aplicado nas instalações industriais devido a sua grande resistência à pressão e ao impacto, além de sua baixa condutividade térmica e excelente resistência físico-química.





# Linha Amanco PPR

## 02

### Normas



2.1 Normas atendidas  
pelo Amanco PPR

18

## 2.1 Normas atendidas pelo Amanco PPR

**O Amanco PPR (Polipropileno Copolímero Random - Tipo 3) é fabricado de acordo com a NBR 15813:2010 - Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria.**

As normas diretivas para polipropileno são:

**DIN 16774** - Massa termoplástica: polipropileno (PP).

**DIN 53735** - Provas dos materiais plásticos: determinação do índice de fusão dos termoplásticos.

**DIN 16962** - Tubos e conexões de polipropileno (PP) - dimensões e ensaios para conexões.

**DIN 2000** - Diretivas e requisitos de água potável. Estudo, construção e funcionamento das instalações.

**DIN 8076** - Tubos termoplásticos sob pressão.

**DIN 8077** - Tubos em polipropileno PP, dimensões.

**DIN 8078** - Tubos em polipropileno. Requisitos gerais de qualidade - provas, especificações e métodos de ensaio.

**DIN 16960** - Soldagem de materiais termoplásticos - princípios.

**DIN 2999** - Conexão com junta metálica.

**DVS 2207** - Soldagem para materiais termoplásticos.

**DVS 2208** - Máquinas e equipamentos adequados para termofusão.

**UNI 9182** - Sistema de alimentação e sistema de engenharia para distribuição de água quente e água fria.

**NBR 5626:1998** - Instalação predial de água fria.

**NBR 7198: 1993** - Projeto e execução de instalações prediais de água quente.

**ISO 15874 - 1: 2003** - Sistemas de tubulações de plástico para instalações de condução de água quente e fria - Polipropileno (PP).

**ISO 10358** - Resistência química do PPR aos produtos químicos.

**Obs.:**

**DIN** - Norma Técnica Alemã

**DVS** - Associação Alemã de Tecnologia de Soldagem

**UNI** - Norma Técnica Italiana

**ISO** - Organização Internacional de Normalização

# 03

## Características



3.1 Características técnicas

20

### 3.1 Características técnicas

#### Linha Completa

A linha Amanco PPR possui tubos, conexões e ferramentas variadas para a realização dos mais diversos projetos hidráulicos.

#### Livre de Toxicidade e Corrosão

Produzido em material plástico totalmente atóxico de última geração, o Amanco PPR apresenta alta resistência aos ataques químicos, evitando corrosão. Assim, oferece total durabilidade.



#### Sem Incrustações

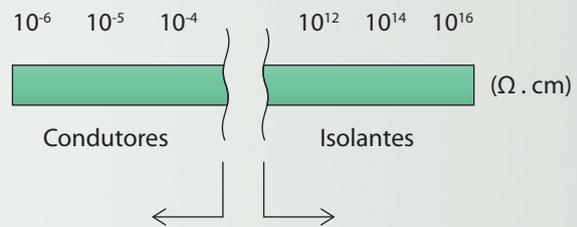
O material é eletricamente isolante, evitando a atração dos sais presentes na água pelas paredes da tubulação, o que proporciona uma instalação sem incrustações e sem redução do diâmetro da tubulação ao longo dos anos.

Conforme a tabela 4, a resistividade é uma grandeza física que representa a facilidade na condução elétrica de um material; atualmente, considera-se isolante o material que possuir resistividade de volume acima de  $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$

**Tabela 4 - Resistividade de Volume**

Material	Valor ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )
PPR	$> 1 \times 10^{16}$
Aço	$0,1 \text{ a } 0,2 \times 10^{-4}$
Ferro	$0,0978 \times 10^{-4}$
Cobre	$0,017241 \times 10^{-4}$

Temperatura = 20° C



#### Baixa Rugosidade

O Amanco PPR é fabricado com matérias-primas de estruturas homogêneas e compactas, que resultam em um produto de baixa rugosidade. Com paredes internas extremamente lisas, o atrito entre o fluido e o tubo é baixo.

**A rugosidade absoluta do PPR é 0,007 mm.**





Recomendamos a utilização de tubos e conexões de mesma marca.

### Total Segurança na Fusão

Não há união entre tubos e conexões, mas termofusão. Isto significa que ambos os materiais se fundem molecularmente a 260° C, passando a formar praticamente uma tubulação contínua, para a segurança total do sistema.

Os insertos metálicos das conexões, fabricados em bronze niquelado fundido ao Polipropileno Copolímero Random - Tipo 3, garantem total estanqueidade e durabilidade das uniões entre torneiras, registros e válvulas do sistema.

### Baixo Ruído

O Amanco PPR apresenta alto isolamento acústico, devido a sua espessura de parede, reduzindo ruídos em casos de elevada velocidade da água ou de fenômenos como golpe de aríete. A tabela 5 relaciona o baixo ruído com a sobrepressão máxima do material, já que quanto menor a sobrepressão, menor o ruído causado:

Tabela 5

Material	Módulo de Elasticidade (kgf/cm <sup>2</sup> )	Bitola / espessura parede	Celeridade	Sobrepressão Máxima
PPR PN 25	6.000	20 mm/3,4 mm	311 m/s	95,1 m.c.a.
PVC	30.000	20 mm/1,5 mm	450 m/s	137,6 m.c.a.
Cobre	12.000.000	15 mm/0,5 mm	1.100 m/s	336,4 m.c.a.



Cálculos efetuados de acordo com a fórmula:

Sendo:

$$a = \sqrt{\frac{\frac{k}{\rho}}{1 + \frac{(k)(D)}{(E)(e)}}}$$

$$\Delta H_{\text{máx}} = \frac{(a)(v)}{g}$$

**K** = módulo de elasticidade volumétrica (água a 20° C = 2,03 GPa)

**p** = massa específica da água

**D** = diâmetro interno da tubulação

**E** = módulo de elasticidade do material

**e** = espessura da parede da tubulação

**a** = celeridade

**v** = velocidade do fluido (nestes exemplos, calculados para no valor de 3 m/s)

**g** = aceleração da gravidade (para os cálculos, adotado = 9,81 m/s<sup>2</sup>)

**ΔH<sub>máx</sub>** = sobrepressão máxima que pode ocorrer na tubulação devida às condições dinâmicas a que está solicitada

### Resistente a Correntes Vagantes

Graças ao seu alto valor de resistividade de volume, demonstrado na tabela 4, o PPR é considerado isolante elétrico. Por isso, o Amanco PPR é resistente a correntes vagantes, que é um fenômeno que se manifesta em instalações não isoladas eletricamente, ocasionando fugas de corrente e possíveis corrosões em tubulações metálicas.



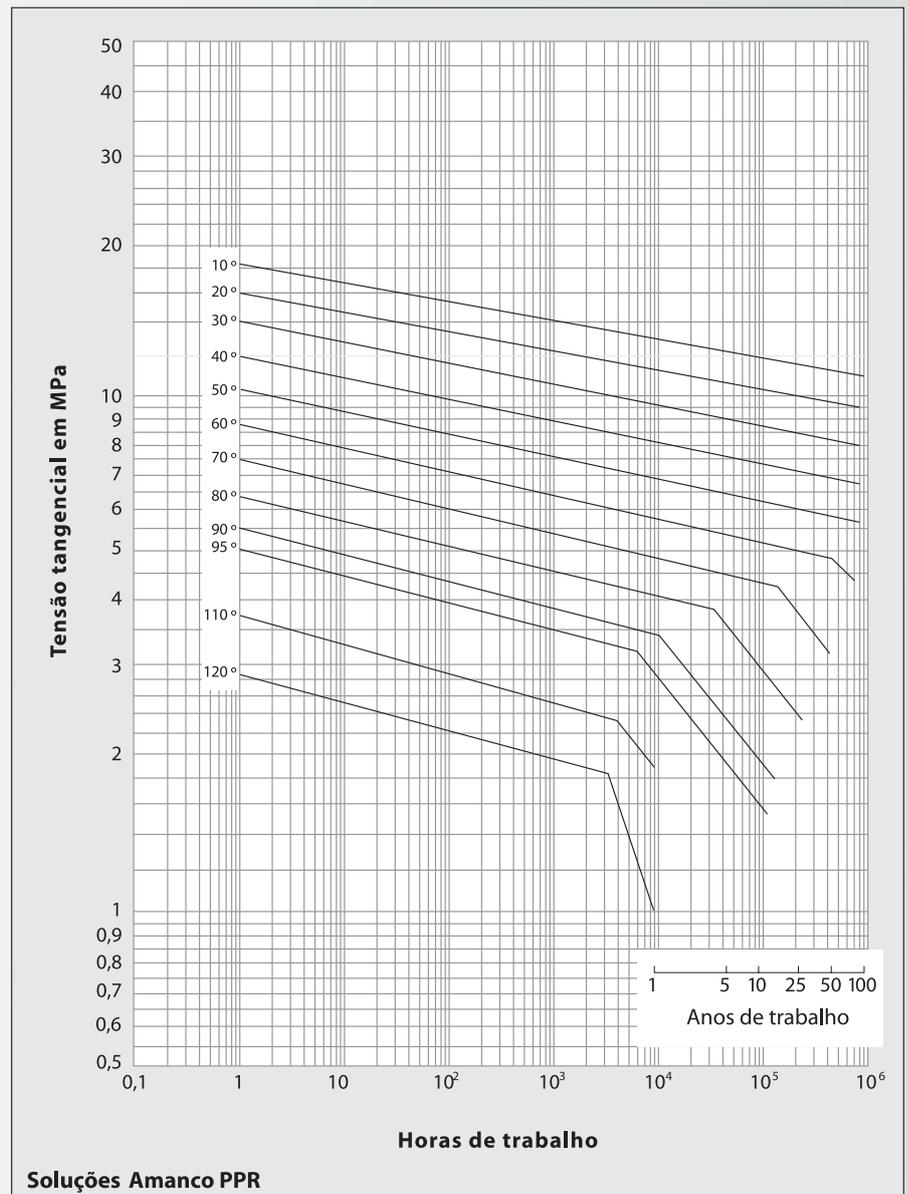
**Elevada Resistência à Pressão e Temperatura**

O Amanco PPR foi dimensionado para um período de utilização de pelo menos 50 anos, de acordo com os testes de longa duração, conforme Curva de Regressão abaixo.

Ao utilizar o produto, seguir todas as Normas Técnicas vigentes, em caso de dúvida, consultar o Atendimento Técnico da Amanco.



**CURVA DE REGRESSÃO PARA TUBOS PPR (PN 12, PN 20, PN 25)**



Fonte: ISO 15874-2:1993

Para obtermos a **pressão máxima admissível (P<sub>máx</sub>)**, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$P_{\text{máx}} = \frac{2e\sigma_t}{(D_e - e)}$$

Onde:

$\sigma_t$  = tensão tangencial [kgf/cm<sup>2</sup>]. Obs.: na curva de regressão da página 22, os valores encontram-se em MPa, portanto deve-se multiplicá-los por 10 para transformar em kgf/cm<sup>2</sup>

**e** = espessura da parede do tubo considerado [cm]

**De** = diâmetro externo do tubo considerado [cm]

Conforme definição da NBR 15813, o desempenho dos tubos PPR deve estar de acordo com condições de serviço para uma vida útil projetada de 50 anos, e deve atender à **pressão de projeto (P<sub>D</sub>)**, que é a maior pressão relacionada às circunferências para os quais o sistema foi projetado. Para se obter a pressão de projeto deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$P_D = \frac{P_{\text{máx}}}{CS}$$

Onde:

**CS** = coeficiente de segurança (=1,5)

Nas instalações prediais que respeitam as Normas Brasileiras NR 5626 e NBR 7198, deve-se respeitar a seguinte especificação:

Em condições estáticas (sem escoamento), a pressão da água em qualquer ponto de utilização da rede predial de distribuição não deve ser superior a 400 kPa (item 5.3.5.3 da NBR 5626), que corresponde a 4,0 kgf/cm<sup>2</sup>.

A ocorrência de sobrepressões devidas a transientes hidráulicos deve ser considerada no dimensionamento das tubulações. Tais sobrepressões são admitidas, desde que não superem o valor de 200 kPa (item 5.3.5.4 da NBR 5626), que corresponde a 2,0 kgf/cm<sup>2</sup>.

#### Exemplos:

1) Material utilizado em Instalações Prediais, de acordo com as Normas NBR 5626 e 7198:

$$PN\ 25 \begin{cases} t = 70^\circ\ C \\ De = 32\ \text{mm}\ (=3,2\ \text{cm}) \\ e = 5,4\ \text{mm}\ (0,54\ \text{cm}) \end{cases}$$

Do ábaco da página 22, obtém-se  $\sigma_t = 32\ \text{kgf/cm}^2$  ( $t \approx 50$  anos):

$$P_{\text{máx}} = \frac{2 \times 0,54 \times 32}{(3,2 - 0,54)} \Rightarrow P_{\text{máx}} \cong 13,0\ \text{kgf/cm}^2$$

$$P_D = \frac{13,0}{1,5} \Rightarrow P_D \cong 8,7\ \text{kgf/cm}^2$$

Conclusão, pode-se utilizar em Instalações Prediais, pois a P<sub>D</sub> calculada é maior que a soma da pressão estática máxima (4,0 kgf/cm<sup>2</sup>) e a sobrepressão máxima (2,0 kgf/cm<sup>2</sup>).

2) Material utilizado em Instalações Prediais, de acordo com as Normas NBR 5626 e 7198:

$$\text{PN 20} \begin{cases} t = 70^\circ \text{C} \\ \text{De} = 32 \text{ mm } (=3,2 \text{ cm}) \\ e = 4,4 \text{ mm } (0,44 \text{ cm}) \end{cases}$$

Do ábaco da página 22, obtém-se  $\sigma_t = 32 \text{ kgf/cm}^2$  ( $t \approx 50$  anos: nota-se que é o mesmo valor do anterior, ou seja, a curva de regressão independe se o material é PN 25, PN 20 ou PN 12):

$$P_{\text{máx}} = \frac{2 \times 0,44 \times 32}{(3,2 - 0,44)} \Rightarrow P_{\text{máx}} \cong 10,2 \text{ kgf/cm}^2$$

$$P_D = \frac{10,2}{1,5} \Rightarrow P_D \cong 6,8 \text{ kgf/cm}^2$$

Conclusão, pode-se utilizar em Instalações Prediais, pois a  $P_D$  calculada é maior que a soma da pressão estática máxima ( $4,0 \text{ kgf/cm}^2$ ) e a sobrepressão máxima ( $2,0 \text{ kgf/cm}^2$ ).

3) Material utilizado em Instalações Prediais, de acordo com as Normas NBR 5626:

$$\text{PN 12} \begin{cases} t = 20^\circ \text{C} \\ \text{De} = 32 \text{ mm } (=3,2 \text{ cm}) \\ e = 2,9 \text{ mm } (0,29 \text{ cm}) \end{cases}$$

Do ábaco da página 22, obtém-se  $\sigma_t = 97,3 \text{ kgf/cm}^2$  ( $t \approx 50$  anos: nota-se que o valor difere dos anteriores, pois se utilizou outro valor de temperatura do fluido):

$$P_{\text{máx}} = \frac{2 \times 0,29 \times 97,3}{(3,2 - 0,29)} \Rightarrow P_{\text{máx}} \cong 19,4 \text{ kgf/cm}^2$$

$$P_D = \frac{19,4}{1,5} \Rightarrow P_D \cong 12,9 \text{ kgf/cm}^2$$

Conclusão, pode-se utilizar em Instalações Prediais, pois a  $P_D$  calculada é maior que a soma da pressão estática máxima ( $4,0 \text{ kgf/cm}^2$ ) e a sobrepressão máxima ( $2,0 \text{ kgf/cm}^2$ ).

4) Para materiais **não** utilizados em Instalações Prediais, ou seja, não atendidos pelas Normas NBR 5626 e 7198, que necessitam resistir a uma pressão hidrostática de  $10 \text{ kgf/cm}^2$ , num período de **10 anos**:

$$\text{PN 25} \begin{cases} t = 70^\circ \text{C} \\ \text{De} = 32 \text{ mm } (=3,2 \text{ cm}) \\ e = 5,4 \text{ mm } (0,54 \text{ cm}) \end{cases}$$

Do ábaco da página 22, obtém-se  $\sigma_t = 44,0 \text{ kgf/cm}^2$ :

$$P_{\text{máx}} = \frac{2 \times 0,54 \times 44,0}{(3,2 - 0,54)} \Rightarrow P_{\text{máx}} \cong 17,7 \text{ kgf/cm}^2$$

$$P_D = \frac{17,7}{1,5} \Rightarrow P_D \cong 11,8 \text{ kgf/cm}^2$$

Conclusão, pode-se utilizar nas instalações nas condições estabelecidas.

De outra forma, pode-se resumir os cálculos através da tabela 6, abaixo:

Tabela 6 - Tempo de Utilização x Temperatura de Serviço									
Coeficiente segurança: 1,5			PN 25		PN 20		PN 12		
Temp. (° C)	Tempo de serviço (anos)	Tensão tangencial (kgf/cm <sup>2</sup> )	P <sub>máx</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	P <sub>D</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	P <sub>máx</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	P <sub>D</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	P <sub>máx</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	P <sub>D</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	
10	10	121,81	49,06	32,71	38,96	25,97	24,51	16,34	
10	25	117,76	47,43	31,62	37,66	25,11	23,70	15,80	
10	50	114,79	46,23	30,82	36,71	24,47	23,10	15,40	
10	100	111,89	45,07	30,04	35,79	23,86	22,51	15,01	
20	10	103,53	41,70	27,80	33,11	22,08	20,83	13,89	
20	25	99,95	40,25	26,84	31,97	21,31	20,11	13,41	
20	50	97,31	39,19	26,13	31,12	20,75	19,58	13,05	
20	100	94,75	38,16	25,44	30,30	20,20	19,07	12,71	
40	10	74,18	29,88	19,92	23,72	15,82	14,93	9,95	
40	25	71,39	28,75	19,17	22,83	15,22	14,37	9,58	
40	100	67,37	27,13	18,09	21,55	14,36	13,56	9,04	
60	10	52,54	21,16	14,11	16,80	11,20	-	-	
60	25	50,40	20,30	13,53	16,12	10,75	-	-	
60	50	48,85	19,67	13,12	15,62	10,41	-	-	
70	10	44,01	17,73	11,82	14,08	9,38	-	-	
70	25	38,30	15,42	10,28	12,25	8,17	-	-	
70	50	32,35	13,03	8,69	10,35	6,90	-	-	
80	10	30,83	12,42	8,28	9,86	6,57	-	-	

\* A pressão máxima admissível (P<sub>máx</sub>) não deve ser considerada para projeto, por não incluir o coeficiente de segurança de 1,5, conforme previsto na norma europeia DIN 8078.

De acordo com a NBR 15813, os tubos PPR devem atender as pressões de projeto conforme tabela 7.

Tabela 7			
Temperatura	Período de tempo em serviço	Pressões de projeto	
		PN 20	PN 25
20° C	para uma vida útil projetada de 50 anos	2,0 MPa (20,0 kgf/cm <sup>2</sup> )	2,5 MPa (25,0 kgf/cm <sup>2</sup> )
70° C	para uma vida útil projetada de 50 anos	0,6 MPa (6,0 kgf/cm <sup>2</sup> )	0,8 MPa (8,0 kgf/cm <sup>2</sup> )

### Baixa Perda de Calor

O Polipropileno Copolímero Random - Tipo 3 já é um excelente isolante térmico que garante uma baixa perda de calor dos fluidos transportados, refletindo em ganhos energéticos.

Em instalações com tubulações de grande comprimento, que requerem maior eficiência térmica, é recomendado o uso de isolantes térmicos, cabendo ao projetista fazer o cálculo. Segue tabela 8 comparativa das condutividades térmicas dos materiais.

Tabela 8 - Condutividade Térmica		
Material	Temp	Valor
PPR	20° C	0,24 W/mK
Alumínio	20° C	195,00 W/mK
Ferro	20° C	62,00 W/mK
Cobre	20° C	332,00 W/mK

**Obs.:** Os valores de condutibilidade térmica referem-se a uma característica intrínseca dos materiais. Pelo fato dos tubos Amanco PPR possuírem uma maior espessura de parede, o isolamento térmico é ainda maior em comparação com os demais materiais.

**T<sub>ext</sub>** = Temperatura externa à tubulação (temperatura ambiente);

**T<sub>int</sub>** = Temperatura do fluido;

Considerado isolamento térmico com coeficiente de condutividade = 0,035 W/(m° C)

Tabela 9										
T <sub>ext</sub> [° C]	Perda de calor por hora e por metro de tubo, em kcal (m/h)									
	25	Sem isolamento térmico			5 mm Isolamento térmico			10 mm Isolamento térmico		
		Bitola do tubo PPR PN 20	T <sub>int</sub> = 70°C	T <sub>int</sub> = 60°C	T <sub>int</sub> = 50°C	T <sub>int</sub> = 70°C	T <sub>int</sub> = 60°C	T <sub>int</sub> = 50°C	T <sub>int</sub> = 70°C	T <sub>int</sub> = 60°C
20	20	240,07	186,72	133,37	25,37	19,73	14,09	15,52	12,07	8,62
25	25	240,07	186,72	133,37	29,92	23,27	16,62	18,09	14,07	10,05
32	32	245,24	190,74	136,24	36,07	28,06	20,04	21,60	16,80	12,00
40	40	245,24	190,74	136,24	42,59	33,13	23,66	25,42	19,77	14,12
50	50	244,19	189,93	135,66	50,13	38,99	27,85	29,98	23,32	16,66
63	63	247,34	192,38	137,41	59,34	46,15	32,97	35,70	27,76	19,83
75	75	245,59	191,02	136,44	66,87	52,01	37,15	40,61	31,58	22,56
90	90	247,00	192,11	137,22	75,70	58,88	42,06	46,52	36,18	25,84
110	110	245,72	191,11	136,51	85,95	66,85	47,75	53,78	41,83	29,88

Tabela 10										
T <sub>ext</sub> [° C]	Perda de calor por hora e por metro de tubo, em kcal (m/h)									
	25	Sem isolamento térmico			5 mm Isolamento térmico			10 mm Isolamento térmico		
		Bitola do tubo PPR PN 25	T <sub>int</sub> = 70°C	T <sub>int</sub> = 60°C	T <sub>int</sub> = 50°C	T <sub>int</sub> = 70°C	T <sub>int</sub> = 60°C	T <sub>int</sub> = 50°C	T <sub>int</sub> = 70°C	T <sub>int</sub> = 60°C
20	20	189,80	147,62	105,44	24,68	19,19	13,71	15,26	11,87	8,48
25	25	192,60	149,80	107,00	29,03	22,58	16,13	17,76	13,82	9,87
32	32	191,54	148,98	106,41	34,64	26,95	19,25	21,08	16,40	11,71
40	40	193,31	150,35	107,40	40,69	31,65	22,61	24,74	19,24	13,74
50	50	192,60	149,80	107,00	47,52	36,96	26,40	29,03	22,58	16,13
63	63	194,51	151,28	108,06	55,71	43,33	30,95	34,35	26,72	19,08
75	75	194,51	151,28	108,06	62,41	48,54	34,67	38,92	30,27	21,62
90	90	194,51	151,28	108,06	69,92	54,38	38,84	44,27	34,43	24,59
110	110	194,94	151,62	108,30	78,77	61,27	43,76	50,88	39,57	28,27

Para estimar a Perda Máxima de Calor permitida, pode-se recorrer à tabela abaixo, de acordo com a Norma Inglesa BS 6700:

**Tabela 11 - BS6700 (British Standard)**

Bitola	Perda Máxima calor (W/m <sup>2</sup> )	Perda Máxima calor [kcal/(h.m <sup>2</sup> )]
10	675	785
20	400	465
30	280	326
40	220	256
>50	175	203

**Tabela 12 - Distância máxima sem isolamento (m) em conformidade com BS6700**

Bitola do tubo PPR PN 20	T <sub>int</sub> = 70° C	T <sub>int</sub> = 60° C	T <sub>int</sub> = 50° C
20	26,5	34,1	47,8
25	14,9	19,1	26,7
32	8,9	11,5	16,1
40	7,1	9,2	12,9
50	4,6	5,9	8,2
63	3,6	4,6	6,4
75	3,0	3,9	5,4
90	2,5	3,2	4,5
110	2,1	2,7	3,7

Formulações utilizadas:

$$Q = \frac{\Delta t}{\Sigma r}$$

$$r = \frac{1n(De/Di)}{2\pi Lk}$$

onde,

**Δt** = diferença de temperaturas entre as faces consideradas

**Σr** = somatória das resistências, calculadas pela fórmula

**Q** = quantidade de calor

**r** = resistência térmica do elemento considerado

**De** = diâmetro externo do elemento considerado

**Di** = diâmetro interno do elemento considerado

**L** = comprimento do elemento considerado

**K** = condutividade térmica do elemento considerado

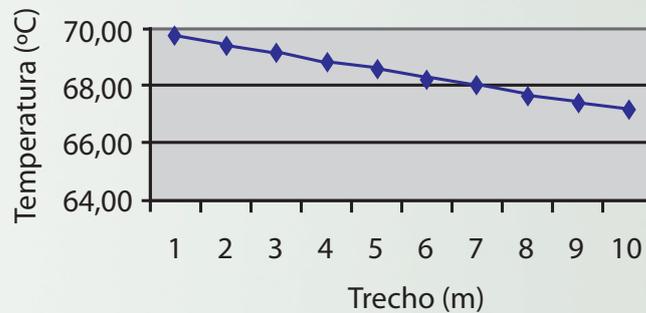
**Exemplo 1: Perda de calor por metro de tubulação**

A estimativa da queda de temperatura por metro de tubulação envolve alguns parâmetros do sistema, tais como: vazão, temperatura requerida para o uso, temperatura de montante do trecho, temperatura da água fria à montante, resistência térmica da tubulação, diâmetro e espessura do tubo. Para ter-se uma ordem de grandeza da queda de temperatura, tem-se o exemplo abaixo (uso não simultâneo dos equipamentos), utilizando-se tubulação de 25 mm (PN 25):

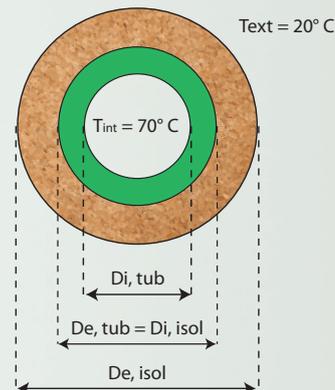
Trecho considerado:

	peso relativo
1 lavatório:	0,3
1 chuveiro:	0,4
1 pia de cozinha:	0,7
$\Sigma P$	= 1,4

$$0,3 \sqrt{\Sigma P} = 0,3 \sqrt{1,4} \Rightarrow q = 0,36 \text{ l/s} (= 1.278 \text{ l/h})$$

**Temperatura fluido x trecho****Exemplo 2: Cálculo da perda de calor de tubulação com isolamento térmico**

Para estimar a perda de calor em uma tubulação PPR PN 25, diâmetro externo 20 mm (espessura = 3,4 mm), com 5 mm de isolamento térmico (condutividade térmica de 0,035 W/(m° C), recorre-se ao desenho abaixo:



Fazendo-se:

$$D_{i,tub} \text{ (diâm. int. tubulação)} = 20 - 2 \times 3,4 = 13,2 \text{ mm}$$

$$D_{e,tub} \text{ (diâm. ext. tubulação)} = D_{i,isol} \text{ (diâm. int. isolamento)} = 20 \text{ mm}$$

$$D_{e,isol} \text{ (diâm. ext. isolamento)} = 30 \text{ mm} (= 20 + 2 \times 5)$$

$$\text{Condutividade térmica do PPR} = 0,24 \text{ W/(m}^\circ\text{C)}$$

$$\text{Condutividade térmica do isolamento} = 0,035 \text{ W/(m}^\circ\text{C)}$$

Calculam-se os valores das resistências térmicas dos materiais:

$$r_{\text{tubo}} = \frac{\ln(20/13,2)}{2 \times \pi \times 1 \times 0,24} \Rightarrow r_{\text{tubo}} = 0,28^\circ \text{ C/W}$$

$$r_{\text{isol}} = \frac{\ln(30/20)}{2 \times \pi \times 1 \times 0,035} \Rightarrow r_{\text{isol}} = 1,84^\circ \text{ C/W}$$

Pode-se calcular a perda de calor (Q), em um metro de tubulação:

$$Q = \frac{(70 - 20)}{(0,28 + 1,84)} \Rightarrow Q = 23,54 \text{ W/m} (= 27,33 \text{ kcal/m})$$

### Exemplo 3: Cálculo de economia energética com isolamento térmico

Mesmo com a baixa perda de calor do Amanco PPR, o uso de isolamento térmico pode contribuir ainda mais para a economia energética.

Para um trecho de um metro (temperatura interna de 50° C), de uma tubulação de 20 mm (PN 25), durante o período de 1 hora, tem-se uma perda de calor de 105,44 kcal/(m.h), ou seja, 122,6 kW/h; nas mesmas condições, um tubo com 5 mm de isolamento (k = 0,035 w/m° C) resulta em 13,71 kcal/(m.h). Portanto, nestas condições, tem-se uma economia de 105,5 kW/h.

Para estimar o volume de gás consumido, pode-se recorrer à NBR 15526:2007, através da seguinte fórmula:

$$Q = \frac{A}{\text{PCI}}$$

Sendo:

**Q** = vazão de gás (m³/hora)

**A** = potência adotada (kcal/h), sendo que neste caso, por simplificar o cálculo, será utilizado o fator de simultaneidade = 1;

**PCI** = Poder calorífico inferior (para o GN – gás natural, pode-se utilizar = 8600 kcal/m³, com densidade em relação ao ar = 0,6).

Para o exemplo anterior, tem-se a seguinte economia de gás:

$$Q = \frac{105,5}{8600} \Rightarrow Q \cong 0,012 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ou seja, economia de 86% quando utilizado isolamento térmico com 5 mm de espessura.

**Simbologia**

**Resistência**

**S** Satisfatório

**L** Limite

**NS** Não satisfatório

- Não há informação correspondente

**Concentração**

**Sol. Sat.** Solução saturada preparada a 20° C

**Sol.** Solução aquosa com concentração maior que 10%, mas não saturada

**Sem valor** Produto "in natura"

**Resistente ao Impacto**

O Amanco PPR é resistente a impactos, devido a sua ductibilidade, evitando que ocorram trincas, representando mais segurança para a instalação. Embora tenha uma resistência superior aos outros materiais utilizados na instalação, não recomendamos expor o produto a tais fenômenos.

**Resistência Química do PPR**

Em mercados industriais, é comum o uso de tubulações que possam conduzir fluidos diferentes da água e, para estes casos, é aconselhável consultar a tabela 13, com os resultados obtidos através de ensaios realizados em vários países. Aconselha-se a consulta ao Atendimento Técnico da Amanco para possíveis atualizações nesta tabela.

Os ensaios foram executados de acordo com a norma técnica ISO 10358, utilizando-se a simbologia ao lado. Não são aconselhados os usos que contenham as siglas "L" e "NS", por questões de segurança nas instalações.

**Tabela 13 - Resistência aos Agentes Químicos dos Tubos PPR**

Substância Examinada	Concentração %	Temperatura (° C)			Substância Examinada	Concentração %	Temperatura (° C)		
		20	60	100			20	60	100
Ácido acético	Entre 40% e 50%	S	S	-	Amônia, aquosa	Sol. Sat.	S	S	-
Acetato de etila	100%	L	NS	NS	Amônia, gas	100%	S	-	-
Acetato de sódio	Sol. Sat.	S	S	S	Amônia, líquida	100%	S	-	-
Acetato metil	100%	S	S	-	Anidrido acético	100%	S	-	-
Acetona	100%	S	S	-	Anilina	100%	S	S	-
Ácido acético	50%	S	S	L	Aqua regia	HCl/HNO3=3/1	NS	NS	NS
Ácido benzóico	Sol. Sat.	S	S	-	Ar		S	S	S
Ácido bórico	Sol. Sat.	S	-	-	Benzeno	100%	L	NS	NS
Ácido cítrico	Sol. Sat.	S	S	S	Benzoato de sódio	35%	S	L	-
Ácido dicloro acético	100%	L	-	-	Bicarbonato potássio	Sol. Sat.	S	S	S
Ácido fórmico	10%	S	S	L	Bicarbonato sódio	Sol. Sat.	S	S	S
Ácido fórmico	85%	S	NS	NS	Borato potássio	Sol. Sat.	S	S	-
Ácido fosfórico	Acima 85%	S	S	S	Borax	Sol.	S	S	-
Ácido hidroclorídrico	30%	S	L	L	Bromato potássio	Acima 10%	S	S	-
Ácido hidroclorídrico	35-36%	S	-	-	Brometo bário	Sol. Sat.	S	S	S
Ácido láctico	Acima 90%	S	S	-	Brometo de metila	100%	NS	NS	NS
Ácido maleico	Sol. Sat.	S	S	-	Butano, gás	100%	S	-	-
Ácido monocloroacético	Acima 85%	S	S	-	Carbonato cálcio	Sol. Sat.	S	S	S
Ácido nítrico	30 – 40%	S	NS	NS	Carbonato de bário	Sol. Sat.	S	S	S
Ácido nítrico	40 – 50%	L	NS	NS	Carbonato de magnésio	Sol. Sat.	S	S	S
Ácido oxálico	Sol. Sat.	S	L	NS	Carbonato potássio	Sol. Sat.	S	S	-
Ácido sulfúrico	Acima 10%	S	S	S	Carbonato sódio	Acima 50%	S	S	L
Ácido sulfúrico	10-30%	S	S	-	Cerveja		S	S	-
Ácido sulfúrico	50%	S	S	-	Cianeto de mercúrio II	Sol. Sat.	S	S	-
Ácido sulfúrico	96%	S	L	NS	Cianeto potássio	Sol.	S	-	-
Ácido sulfúrico	98%	L	NS	NS	Ciclohexano	100%	S	-	-
Ácido tartárico	Sol. Sat.	S	S	-	Clorato cálcio	Sol. Sat.	S	S	-
Água destilada	100%	S	S	S	Clorato potássio	Sol. Sat.	S	S	-
Água do mar		S	S	S	Clorato sódio	Sol. Sat.	S	S	-
Água salgada, mineral, salgada		S	S	S	Cloreto bário	Sol. Sat.	S	S	S
Álcool etílico	Acima 95%	S	S	S	Cloreto cobre II	Sol. Sat.	S	S	-
Álcool isopropil	100%	S	S	S	Cloreto de etila, gás		NS	NS	NS
Álcool metílico	5%	S	L	L	Cloreto férrico	Sol. Sat.	S	S	S
					Cloreto hidrogênio, gás	100%	S	S	-

Tabela 13 - Resistência aos Agentes Químicos dos Tubos PPR

Substância Examinada	Concentração %	Temperatura (° C)			Substância Examinada	Concentração %	Temperatura (° C)		
		20	60	100			20	60	100
Cloreto mercúrio II	Sol. Sat.	S	S	-	Mercúrio	100%	S	S	-
Cloreto níquel	Sol. Sat.	S	S	-	Metil etil cetona	100%	S	-	-
Cloro, aquoso	Sol. Sat.	S	L	-	Monóxido carbono, gás		S	S	-
Cloro, gás	100%	NS	NS	NS	Nafta		S	NS	NS
Cloro, líquido	100%	NS	NS	NS	Nitrato cálcio	Sol. Sat.	S	S	-
Clorofórmio	100%	L	NS	NS	Nitrato cobre II	Sol. Sat.	S	S	S
Cobre II	Sol. Sat.	S	S	-	Nitrato de prata	Sol. Sat.	S	S	L
Cresol	Maior 90%	S	-	-	Nitrato mercúrio I	Sol.	S	S	-
Cromato potássio	Sol. Sat.	S	S	-	Nitrato níquel	Sol. Sat.	S	S	-
Decalin (decahidronaftaleno)	100%	NS	NS	NS	Nitrato potássio	Sol. Sat.	S	S	-
Di-butil ftalato	100%	S	L	NS	Nitrato sódio	Sol. Sat.	S	S	-
Dicloroetileno (A e B)	100%	L	-	-	Nitrobenzeno	100%	S	L	-
Dicromato potássio	Sol. Sat.	S	S	S	Óleo algodão		S	S	-
Dicromato sódio	Sol. Sat.	S	S	S	Óleo amendoim		S	S	-
Dietileno glicol	100%	S	S	-	Óleo cânfora		NS	NS	NS
Dioxano	100%	L	L	-	Óleo coco		S	-	-
Dióxido carbono, gás		S	-	-	Óleo de silício		S	S	S
Éter dietil	100%	S	L	-	Óleo linhaça		S	S	S
Éter etílico	100%	S	L	-	Óleo menta		S	-	-
Éter isopropil	100%	L	-	-	Óleo milho		S	L	-
Fenol	5%	S	S	-	Óleo oliva		S	S	L
Fenol	90%	S	-	-	Óleo parafina (FL65)		S	L	NS
Formaldeído	40%	S	-	-	Óleo soja	Sol. Sat.	S	L	-
Frutose	Sol.	S	S	S	Oxigênio, gás		S	-	-
Gasolina		NS	NS	NS	Perclorato potássio	10%	S	S	-
Gelatina		S	S	-	Peróxido hidrogênio	20-30%	S	-	-
Glicerina	100%	S	S	S	Peróxido hidrogênio	Acima 30%	S	L	-
Glucose	20%	S	S	S	Propano, gás	100%	S	-	-
Heptano	100%	L	NS	NS	Silicato sódio	Sol.	S	S	-
Hexano	100%	S	L	-	Soda cáustica	Acima 50%	S	L	L
Hidrogênio	100%	S	-	-	Suco maçã		S	-	-
Hidróxido bário	Sol. Sat.	S	S	S	Sulfato magnésio	Sol. Sat.	S	S	-
Hidróxido cálcio	Sol. Sat.	S	S	S	Sulfato níquel	Sol. Sat.	S	S	-
Hidróxido magnésio	Sol. Sat.	S	S	-	Sulfato potássio	Sol. Sat.	S	S	-
Hidróxido potássio	Acima 50%	S	S	S	Sulfato sódio	Sol. Sat.	S	S	-
Hidróxido sódio	1%	S	S	S	Sulfato zinco	Sol. Sat.	S	S	-
Hidróxido sódio	10-60%	S	S	S	Sulfeto bário	Sol. Sat.	S	S	S
Hipoclorito cálcio	Sol.	S	-	-	Terebintina		NS	NS	NS
Hipoclorito sódio	5%	S	S	-	Tetracloro carbono	100%	NS	NS	NS
Hipoclorito sódio	10-15%	S	-	-	Tolueno	100%	L	NS	NS
Hipoclorito sódio	20%	S	L	-	Uisque		S	S	-
Iodato potássio	Sol. Sat.	S	-	-	Uréia	Sol. Sat.	S	S	-
Iodo, em álcool		S	-	-	Vinagre		S	S	-
Leite	100%	S	S	S	Vinho		S	S	-
					Xileno	100%	NS	NS	NS

### Curvatura da Tubulação

O Amanco PPR é flexível, permitindo que sejam feitas curvas longas ou desvios sem prejuízo às juntas. O raio mínimo de curvatura é de 8 vezes o diâmetro do tubo (ver tabela 14), utilizando-se necessariamente para isto um gerador industrial de ar quente (soprador - fig. 2). Dessa maneira, será obtida uma curvatura permanente, sem tensão. Outra alternativa para estas instalações é a execução de curvas montadas com joelhos 45° (fig. 3).

Tabela 14 - Raio de Curvatura

Diâmetros dos Tubos	Raio Mínimo de Curvatura
20 mm	160 mm
25 mm	200 mm
32 mm	256 mm
40 mm	320 mm
50 mm	400 mm
63 mm	500 mm
75 mm	600 mm
90 mm	720 mm
110 mm	880 mm



Fig. 1



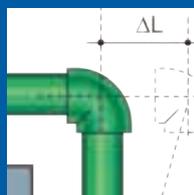
Fig. 2



Fig. 3

# 04

## Instalação



4.1 Método de instalação	34
4.2 Recomendações de projeto	39
4.3 Cuidados especiais e precauções	60

## 4.1 Método de instalação

### Termofusão

O processo de soldagem por termofusão é prático e muito simples em relação a outros processos de soldagem tradicionais. Com o auxílio do Termofusor, ferramenta especialmente desenvolvida para esta atividade, o tubo e a conexão são unidos molecularmente a uma temperatura de 260° C, formando um sistema contínuo entre tubos e conexões.

Veja como o Amanco PPR é muito mais rápido de instalar do que as outras soluções:



1

Fixe o termofusor na bancada e limpe os bocais com álcool antes de iniciar a termofusão.



2

Corte os tubos com a tesoura especial, eliminando as rebarbas.



3

Limpe a ponta do tubo e a bolsa da conexão que serão termofusionados.



4

Marque na extremidade do tubo a profundidade da bolsa da conexão.



5

Após o termofusor atingir a temperatura de 260° C, introduza, simultaneamente, o tubo e a conexão em seus respectivos bocais. **Obs.:** O tempo de pré-aquecimento do termofusor é de 5 a 7 minutos.



6

A conexão deve cobrir toda a face macho do bocal e o tubo não deve ultrapassar a marcação feita.



7 Retire simultaneamente o tubo e a conexão do termofusor quando decorrer o tempo mínimo de aquecimento, conforme tabela de tempo de termofusão no final deste guia.



8 Após retirar o tubo e a conexão do termofusor, introduza imediatamente a ponta do tubo na bolsa da conexão até o anel da conexão formado pelo aquecimento, respeitando o intervalo para acoplamento da tabela de tempo de termofusão.

Após a termofusão da conexão com o tubo, segure firme durante 20 a 30 segundos. Durante um intervalo de aproximadamente 3 segundos, existe a possibilidade de alinhar a conexão em até 15° (não gire).

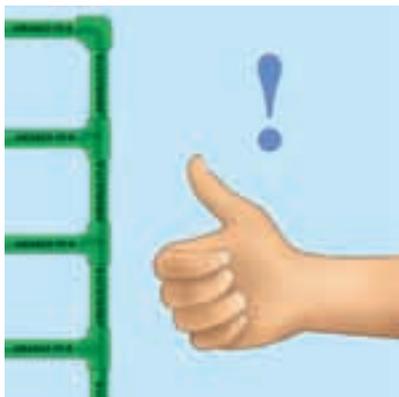
**Tabela 15 - Tempo de Termofusão (PN 12, PN 20 e PN 25)**

Diâmetro (mm)	Tempo de aquecimento (segundos)	Intervalo para acoplamento (segundos)	Tempo de resfriamento (minutos)
20 mm	5 seg.	4 seg.	2 min.
25 mm	7 seg.	4 seg.	2 min.
32 mm	8 seg.	6 seg.	4 min.
40 mm	12 seg.	6 seg.	4 min.
50 mm	18 seg.	6 seg.	4 min.
63 mm	24 seg.	8 seg.	6 min.
75 mm	30 seg.	8 seg.	6 min.
90 mm	40 seg.	8 seg.	6 min.
110 mm	50 seg.	10 seg.	8 min.

O tempo de pré-aquecimento da termofusora é de 5 a 7 minutos.

Utilizar o modelo de termofusor adequado conforme a bitola do tubo (veja pág. 75)

Em locais onde não for possível termofusionar o tubo junto com a conexão, seguir procedimento similar ao reparo com Luva Simples F/F – PPR, na página 37 deste manual técnico.

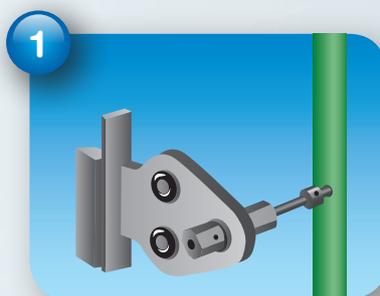


### Teste Hidráulico

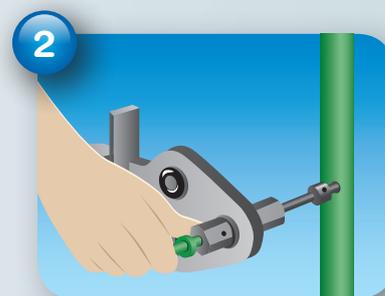
O teste hidráulico de pressão e estanqueidade (hidrostático) para o Amanco PPR deve ser realizado no processo de sua montagem, quando as tubulações ainda estão totalmente expostas, e, portanto, sujeitas a inspeção visual e a eventuais reparos. Deve ser realizado a uma pressão de prova de 1,5 vezes a pressão de trabalho. Nas instalações prediais, o teste hidráulico deve ser realizado somente 1 hora após a última termofusão. O teste de pressão deve ser medido através de um manômetro aferido. Em tubulações em que a pressão no ponto de utilização exceda 40 m.c.a., deve-se instalar válvulas redutoras de pressão, reguladas, e com manômetros permanentes instalados antes e após a válvula (respectivamente: a montante e a jusante).

### Reparos em Tubulação

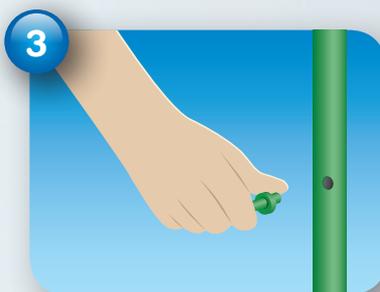
a) Operação de reparos em tubulação utilizando **“Tarugos para Reparos em PPR”**, com o auxílio da ferramenta **“Bocal para Reparos”**.



Acople o bocal no termofusor, aguarde até atingir 260° C e introduza a ponta macho do bocal no furo.



Com o bocal para reparos já colocado no furo, introduza o tarugo para reparos no lado fêmea do bocal.



Após 5 segundos, retire o bocal para reparos do tubo e também o tarugo do termofusor. Com ambos aquecidos, introduza o tarugo no furo.



Aguarde 2 minutos para o esfriamento e corte a ponta restante do tarugo.

Troca dos bocais: deve-se aguardar esfriar o termofusor ou utilizar uma pinça.

b) Operação de reparos em tubulação utilizando “Luvas Simples F/F - PPR”.



Corte perpendicularmente a parte do tubo danificado.



Limpe com álcool a superfície externa que será termofusionada.



Puxe o tubo para fora da canaleta da parede. Introduza, simultaneamente, o tubo no bocal fêmea do termofusor e a luva no bocal macho. Aguarde o tempo necessário, conforme a tabela de tempo de termofusão e introduza a luva no tubo aquecido.



Após a fusão da luva em uma das pontas do tubo, coloque o bocal macho na outra bolsa da luva e mantenha o dobro do tempo recomendado na tabela de tempo de termofusão, retirando o termofusor em seguida.



Insira imediatamente o bocal da fêmea do termofusor na outra ponta do tubo que está na parede, mantendo o tempo recomendado na tabela de tempo de termofusão.



Por fim, insira imediatamente a ponta do tubo na bolsa da luva, pressionando o tubo para sua posição original na canaleta na parede.

c) Operação de reparos em tubulação utilizando “Luva Eletrofusão para Reparos em PPR”, com o auxílio do equipamento eletrofusor.

Este processo de manutenção, denominado eletrofusão, utiliza uma luva especial que possui uma resistência alojada internamente. O calor gerado pela resistência elétrica aquece, tanto o tubo quanto a conexão, efetuando a fusão dos materiais. A eletrofusão é um processo mais custoso que o processo de termofusão simples, indicado para alguns casos especiais e para locais de difícil acesso.



Cortar o tubo perpendicularmente.



Limpe a parte interna da “Luva Eletrofusão para Reparos em PPR”. Marque sobre os extremos dos tubos a medida da bolsa da luva especial para eletrofusão.



Introduza as pontas dos tubos nas bolsas da luva até as marcações realizadas anteriormente.



4 - Conectar os terminais do Eletrofusor aos terminais da “Luva Eletrofusão para Reparos em PPR”. Durante a eletrofusão e a etapa de resfriamento, evite trações e movimentos durante um intervalo de 5 minutos. **Obs.:** aguardar 2 horas após a última eletrofusão antes de pressurizar a rede.

**Obs.:** A Luva Eletrofusão é vendida sob consulta.

## 4.2 Recomendações de projeto

### Perda de Carga

Um fluido transportado por qualquer tubulação perde energia ao longo de um trecho, devido principalmente ao atrito com as paredes internas da tubulação e as mudanças de direção. Esta perda de carga (energia) dependerá da velocidade e viscosidade do fluido, diâmetro interno e rugosidade da tubulação, além das características geométricas das conexões as quais provocam mudanças de direção.

### Perda de Carga Distribuída

Calculadas através da expressão de Darcy-Weisbach (equação universal da perda de carga), as tabelas a seguir ilustram a perda de carga distribuída em m.c.a. por metro de tubulação, para os diâmetros comerciais disponíveis em vazões e temperaturas crescentes.

### Cálculo do Fator de Atrito "f":

Para Regime Laminar

$$\left( Re = \frac{vD}{\nu} > 2.000 \right) :$$

$$f = \frac{64}{Re}$$

Para Regime Turbulento

$$\left( Re = \frac{vD}{\nu} < 4.000 \right) :$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[ \frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right]$$

Fórmula de Swamee válida para o regime turbulento e laminar:

$$f = \left\{ \left( \frac{64}{Re} \right)^8 + 9,5 \left[ \ln \left( \frac{\varepsilon_T}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) - \left( \frac{2500}{Re} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0,125}$$

Tabela 16 - Conversão de Unidades

Para converter de	Para	Multiplique por
kgf/cm <sup>2</sup>	lbf/pol <sup>2</sup>	14,223197
kgf/cm <sup>2</sup>	bar	0,980665
kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	0,0980665
kgf/cm <sup>2</sup>	atm	0,967842
kgf/cm <sup>2</sup>	m.c.a.	10
lbf/pol <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	0,07030768
lbf/pol <sup>2</sup>	bar	0,06894414
lbf/pol <sup>2</sup>	atm	0,0680492
lbf/pol <sup>2</sup>	m.c.a.	0,700768
lbf/pol <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	0,00689441
bar	kgf/cm <sup>2</sup>	1,0197162
bar	lbf/pol <sup>2</sup>	14,5044963
bar	MPa	0,1
bar	atm	0,9869304
bar	m.c.a.	10,197162
MPa	kgf/cm <sup>2</sup>	10,197162
MPa	lbf/pol <sup>2</sup>	145,044963
MPa	bar	10
MPa	atm	9,869304
MPa	m.c.a.	101,97162
atm	kgf/cm <sup>2</sup>	1,033226
atm	lbf/pol <sup>2</sup>	14,695257
atm	bar	1,0132427
atm	MPa	0,10132427
atm	m.c.a.	10,33226
atm	mmHg	760
atm	kgf/cm <sup>2</sup>	0,1
m.c.a.	lbf/pol <sup>2</sup>	1,4223197
m.c.a.	bar	0,0980665
m.c.a.	MPa	0,00980665
m.c.a.	atm	0,0967842
mmHg	atm	0,00131579
m.c.a.	metro de coluna de água (mH <sub>2</sub> O)	
atm	atmosfera	
Mpa	mega Pascal = N/mm <sup>2</sup>	
lbf/pol <sup>2</sup>	psi = libra força por polegada quadrada	
mmHg	milímetro de mercúrio (torr)	
kgf/cm <sup>2</sup>	Quilograma força por centímetro quadrado	

Tabela 17 - Perda de Carga Distribuída (Tubos)

Amanco PPR PN 25 – 20° C

Perda de Carga por Metro de Tubulação “j” em (m.c.a./m), e Velocidade “v” em (m/s) em Função da Vazão “Q” em (l/s)

Q (l/s)	j v	Diâmetro Nominal								Q (l/s)	j v	Diâmetro Nominal							
		20	25	32	40	50	63	75	90			20	25	32	40	50	63	75	90
0.05	j	0.020	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	4.00	j					0.585	0.185	0.079	0.033
	v	0.37	0.23	0.14	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02		v					4.62	2.89	2.04	1.41
0.10	j	0.066	0.022	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	4.15	j					0.654	0.205	0.087	0.036
	v	0.73	0.46	0.28	0.18	0.12	0.07	0.05	0.04		v					4.91	3.07	2.16	1.50
0.15	j	0.136	0.045	0.014	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	4.50	j					0.729	0.230	0.098	0.040
	v	1.10	0.69	0.42	0.27	0.17	0.11	0.08	0.05		v					5.20	3.25	2.29	1.59
0.20	j	0.224	0.074	0.023	0.008	0.003	0.001	0.000	0.000	4.75	j						0.254	0.108	0.045
	v	1.46	0.92	0.57	0.36	0.23	0.14	0.10	0.07		v						3.43	2.42	1.68
0.30	j	0.466	0.154	0.047	0.016	0.006	0.002	0.001	0.000	5.00	j						0.278	0.118	0.049
	v	2.19	1.39	0.85	0.54	0.35	0.22	0.15	0.11		v						3.61	2.55	1.77
0.40	j	0.782	0.258	0.079	0.027	0.009	0.003	0.001	0.001	5.25	j						0.303	0.130	0.054
	v	2.92	1.85	1.13	0.72	0.46	0.29	0.20	0.14		v						3.79	2.67	1.86
0.50	j	1.176	0.384	0.118	0.040	0.014	0.004	0.002	0.001	5.50	j						0.332	0.141	0.059
	v	3.65	2.31	1.42	0.90	0.58	0.36	0.25	0.18		v						3.97	2.80	1.95
0.60	j	1.641	0.534	0.164	0.055	0.019	0.006	0.003	0.001	5.75	j						0.361	0.155	0.063
	v	4.38	2.77	1.70	1.08	0.69	0.43	0.31	0.21		v						4.15	2.93	2.03
0.70	j	2.192	0.707	0.215	0.072	0.025	0.008	0.004	0.001	6.00	j						0.388	0.167	0.069
	v	5.12	3.23	1.98	1.26	0.81	0.51	0.36	0.25		v						4.33	3.06	2.12
0.80	j		0.906	0.276	0.091	0.031	0.010	0.004	0.001	6.25	j						0.419	0.178	0.073
	v		3.70	2.27	1.44	0.92	0.58	0.41	0.28		v						4.51	3.18	2.21
0.90	j		1.124	0.340	0.113	0.039	0.013	0.005	0.002	6.50	j						0.453	0.193	0.078
	v		4.16	2.55	1.62	1.04	0.65	0.46	0.32		v						4.69	3.31	2.30
1.00	j		1.367	0.411	0.137	0.047	0.015	0.007	0.003	6.75	j						0.485	0.206	0.085
	v		4.62	2.83	1.80	1.16	0.72	0.51	0.35		v						4.87	3.44	2.39
1.20	j		1.909	0.574	0.190	0.065	0.021	0.009	0.004	7.00	j						0.519	0.220	0.090
	v			3.40	2.16	1.39	0.87	0.61	0.42		v						5.05	3.57	2.48
1.40	j			0.764	0.251	0.086	0.028	0.012	0.005	7.50	j							0.249	0.102
	v			3.97	2.52	1.62	1.01	0.71	0.50		v							3.82	2.65
1.60	j			0.975	0.322	0.110	0.035	0.015	0.006	8.00	j							0.281	0.115
	v			4.53	2.88	1.85	1.15	0.81	0.57		v							4.07	2.83
1.80	j			1.204	0.399	0.135	0.043	0.019	0.008	8.50	j							0.317	0.129
	v			5.10	3.24	2.08	1.30	0.92	0.64		v							4.33	3.01
2.00	j				0.483	0.164	0.052	0.023	0.009	9.00	j							0.352	0.143
	v				3.60	2.31	1.44	1.02	0.71		v							4.58	3.18
2.20	j				0.579	0.195	0.062	0.027	0.011	9.50	j							0.388	0.158
	v				3.96	2.54	1.59	1.12	0.78		v							4.84	3.36
2.40	j				0.678	0.228	0.073	0.031	0.013	10.00	j							0.427	0.174
	v				4.32	2.77	1.73	1.22	0.85		v							5.09	3.54
2.60	j				0.787	0.263	0.084	0.036	0.015	10.50	j								0.190
	v				4.68	3.00	1.88	1.32	0.92		v								3.71
2.80	j				0.899	0.301	0.096	0.042	0.017	11.00	j								0.208
	v				5.04	3.23	2.02	1.43	0.99		v								3.89
3.00	j					0.347	0.109	0.047	0.019	12.00	j								0.244
	v					3.47	2.17	1.53	1.06		v								4.24
3.25	j					0.399	0.126	0.054	0.022	13.00	j								0.283
	v					3.75	2.35	1.66	1.15		v								4.60
3.50	j					0.458	0.146	0.062	0.026	14.00	j								0.326
	v					4.04	2.53	1.78	1.24		v								4.95
3.75	j					0.520	0.165	0.070	0.029	15.00	j								0.371
	v					4.33	2.71	1.91	1.33		v								5.31

Rugosidade: 0,007 mm Massa específica: 998,00 kg/m³ Viscosidade: 1,02 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Obs.:** Para o cálculo foi utilizado o diâmetro interno do tubo.

Tabela 18 - Perda de Carga Distribuída (Tubos)

Amanco PPR PN 25 – 60° C

Perda de Carga por Metro de Tubulação “j” em (m.c.a./m), e Velocidade “v” em (m/s) em Função da Vazão “Q” em (l/s)

Q (l/s)	j v	Diâmetro Nominal								Q (l/s)	j v	Diâmetro Nominal								
		20	25	32	40	50	63	75	90			20	25	32	40	50	63	75	90	
0.05	j	0.016	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	3.25	j							0.111	0.047	0.019
	v	0.37	0.23	0.14	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02		v								2.35	1.66
0.10	j	0.054	0.018	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	3.50	j							0.127	0.053	0.022
	v	0.73	0.46	0.28	0.18	0.12	0.07	0.05	0.04		v								2.53	1.78
0.15	j	0.113	0.037	0.011	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000	3.75	j							0.145	0.061	0.025
	v	1.10	0.69	0.42	0.27	0.17	0.11	0.08	0.05		v								2.71	1.91
0.20	j	0.190	0.062	0.019	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	4.00	j							0.162	0.069	0.028
	v	1.46	0.92	0.57	0.36	0.23	0.14	0.10	0.07		v								2.89	2.04
0.30	j	0.399	0.131	0.040	0.013	0.005	0.002	0.001	0.000	4.25	j							0.182	0.077	0.031
	v	2.19	1.39	0.85	0.54	0.35	0.22	0.15	0.11		v								3.07	2.16
0.40	j	0.680	0.221	0.066	0.020	0.008	0.002	0.001	0.000	4.50	j								0.086	0.035
	v	2.92	1.85	1.13	0.72	0.46	0.29	0.20	0.14		v								2.29	1.59
0.50	j	1.037	0.332	0.101	0.033	0.011	0.004	0.002	0.001	4.75	j								0.094	0.039
	v	3.65	2.31	1.42	0.90	0.58	0.36	0.25	0.18		v								2.42	1.68
0.60	j		0.466	0.139	0.046	0.016	0.005	0.002	0.001	5.00	j								0.104	0.042
	v		2.77	1.70	1.08	0.69	0.43	0.31	0.21		v								2.55	1.77
0.70	j		0.620	0.185	0.061	0.021	0.007	0.003	0.001	5.25	j								0.114	0.047
	v		3.23	1.98	1.26	0.81	0.51	0.36	0.25		v								2.67	1.86
0.80	j			0.239	0.078	0.026	0.009	0.004	0.001	5.50	j								0.124	0.051
	v			2.27	1.44	0.92	0.58	0.41	0.28		v								2.80	1.95
0.90	j			0.294	0.097	0.033	0.011	0.005	0.002	5.75	j								0.135	0.055
	v			2.55	1.62	1.04	0.65	0.46	0.32		v								2.93	2.03
1.00	j			0.358	0.118	0.040	0.013	0.006	0.002	6.00	j								0.146	0.059
	v			2.83	1.80	1.16	0.72	0.51	0.35		v								3.06	2.12
1.20	j			0.506	0.165	0.056	0.018	0.008	0.003	6.25	j									0.064
	v			3.40	2.16	1.39	0.87	0.61	0.42		v									2.21
1.40	j				0.219	0.074	0.023	0.010	0.004	6.50	j									0.069
	v				2.52	1.62	1.01	0.71	0.50		v									2.30
1.60	j				0.281	0.095	0.030	0.013	0.005	6.75	j									0.074
	v				2.88	1.85	1.15	0.81	0.57		v									2.39
1.80	j				0.350	0.117	0.037	0.016	0.007	7.00	j									0.079
	v				3.24	2.08	1.30	0.92	0.64		v									2.48
2.00	j					0.143	0.045	0.019	0.008	7.50	j									0.090
	v					2.31	1.44	1.02	0.71		v									2.65
2.20	j					0.169	0.054	0.023	0.009	8.00	j									0.102
	v					2.54	1.59	1.12	0.78		v									2.83
2.40	j					0.199	0.063	0.027	0.011	8.50	j									0.114
	v					2.77	1.73	1.22	0.85		v									3.01
2.60	j					0.232	0.073	0.031	0.013	9.00	j									0.127
	v					3.00	1.88	1.32	0.92		v									3.18
2.80	j					0.266	0.083	0.036	0.015	9.50	j									0.140
	v					3.23	2.02	1.43	0.99		v									3.36
3.00	j						0.096	0.041	0.016	10.00	j									0.155
	v						2.17	1.53	1.06		v									3.54

Rugosidade: 0,007 mm Massa específica: 998,00 kg/m<sup>3</sup> Viscosidade: 1,02 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s**Obs.:** Para o cálculo foi utilizado o diâmetro interno do tubo.

Tabela 19 - Perda de Carga Distribuída (Tubos)

Amanco PPR PN 25 – 80° C

Perda de Carga por Metro de Tubulação “j” em (m.c.a./m), e Velocidade “v” em (m/s) em Função da Vazão “Q” em (l/s)

Q (l/s)	j v	Diâmetro Nominal								Q (l/s)	j v	Diâmetro Nominal								
		20	25	32	40	50	63	75	90			20	25	32	40	50	63	75	90	
0.05	j	0.015	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	3.25	j							0.105	0.045	0.018
	v	0.37	0.23	0.14	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02		v								2.35	1.66
0.10	j	0.051	0.017	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	3.50	j							0.121	0.051	0.021
	v	0.73	0.46	0.28	0.18	0.12	0.07	0.05	0.04		v								2.53	1.78
0.15	j	0.107	0.035	0.010	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000	3.75	j							0.138	0.058	0.024
	v	1.10	0.69	0.42	0.27	0.17	0.11	0.08	0.05		v								2.71	1.91
0.20	j	0.179	0.058	0.018	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	4.00	j							0.156	0.066	0.026
	v	1.46	0.92	0.57	0.36	0.23	0.14	0.10	0.07		v								2.89	2.04
0.30	j	0.380	0.123	0.037	0.012	0.004	0.001	0.001	0.000	4.25	j							0.174	0.073	0.030
	v	2.19	1.39	0.85	0.54	0.35	0.22	0.15	0.11		v								3.07	2.16
0.40	j	0.646	0.209	0.062	0.021	0.007	0.002	0.001	0.000	4.50	j								0.081	0.033
	v	2.92	1.85	1.13	0.72	0.46	0.29	0.20	0.14		v								2.29	1.59
0.50	j	0.990	0.314	0.095	0.031	0.011	0.003	0.001	0.001	4.75	j								0.090	0.037
	v	3.65	2.31	1.42	0.90	0.58	0.36	0.25	0.18		v								2.42	1.68
0.60	j		0.442	0.132	0.043	0.016	0.005	0.002	0.001	5.00	j								0.100	0.040
	v		2.77	1.70	1.08	0.69	0.43	0.31	0.21		v								2.55	1.77
0.70	j		0.591	0.175	0.058	0.020	0.006	0.003	0.001	5.25	j								0.109	0.044
	v		3.23	1.98	1.26	0.81	0.51	0.36	0.25		v								2.67	1.86
0.80	j			0.227	0.073	0.025	0.008	0.003	0.001	5.50	j								0.119	0.048
	v			2.27	1.44	0.92	0.58	0.41	0.28		v								2.80	1.95
0.90	j			0.281	0.092	0.031	0.010	0.004	0.002	5.75	j								0.129	0.052
	v			2.55	1.62	1.04	0.65	0.46	0.32		v								2.93	2.03
1.00	j			0.340	0.112	0.038	0.012	0.005	0.002	6.00	j								0.140	0.057
	v			2.83	1.80	1.16	0.72	0.51	0.35		v								3.06	2.12
1.20	j			0.483	0.156	0.053	0.017	0.007	0.003	6.25	j									0.061
	v			3.40	2.16	1.39	0.87	0.61	0.42		v									2.21
1.40	j				0.208	0.070	0.022	0.009	0.004	6.50	j									0.066
	v				2.52	1.62	1.01	0.71	0.50		v									2.30
1.60	j				0.269	0.090	0.028	0.012	0.005	6.75	j									0.071
	v				2.88	1.85	1.15	0.81	0.57		v									2.39
1.80	j				0.334	0.112	0.035	0.015	0.006	7.00	j									0.076
	v				3.24	2.08	1.30	0.92	0.64		v									2.48
2.00	j					0.136	0.042	0.018	0.007	7.50	j									0.086
	v					2.31	1.44	1.02	0.71		v									2.65
2.20	j					0.163	0.051	0.021	0.009	8.00	j									0.097
	v					2.54	1.59	1.12	0.78		v									2.83
2.40	j					0.190	0.060	0.025	0.010	8.50	j									0.109
	v					2.77	1.73	1.22	0.85		v									3.01
2.60	j					0.221	0.070	0.029	0.012	9.00	j									0.121
	v					3.00	1.88	1.32	0.92		v									3.18
2.80	j					0.254	0.079	0.034	0.014	9.50	j									0.134
	v					3.23	2.02	1.43	0.99		v									3.36
3.00	j						0.091	0.038	0.016	10.00	j									0.149
	v						2.17	1.53	1.06		v									3.54

Rugosidade: 0,007 mm Massa específica: 998,00 kg/m³ Viscosidade: 1,02 x 10<sup>-6</sup> m²/s

**Obs.:** Para o cálculo foi utilizado o diâmetro interno do tubo.

### Perda de Carga Localizada

As perdas de carga localizadas são ocasionadas pelas conexões, válvulas, medidores, etc, que, pela forma e disposição, elevam a turbulência, provocando assim atrito e choques de partículas.

**Tabela 20 - Coeficiente de Resistência (R)**

Símbolo	Descrição	Coeficiente de Resistência Localizada
	Luva Simples F/F - PPR	0,25
	Bucha de Redução M/F - PPR (redução até 2 diâmetros)	0,55
	Bucha de Redução M/F - PPR (redução acima de 2 diâmetros)	0,85
	Joelho 90° F/F - PPR	2,00
	Joelho 45° F/F - PPR	0,60
	Tê F/F/F - PPR	1,80
	Tê F/F/F de Redução Central - PPR	3,60
	Tê F/F/F - PPR	1,30
	Tê F/F/F de Redução Central - PPR	2,60
	Tê F/F/F - PPR	4,20
	Tê F/F/F de Redução Central - PPR	9,00
	Tê F/F/F - PPR	2,20
	Tê F/F/F de Redução Central - PPR	5,00
	Tê F/F/F com Rosca Central Metálica - PPR	0,80
	Adaptador de Transição - PPR	0,40
	Luva de Redução - PPR	0,85
	Joelho 90° Com Inserto Metálico - PPR	2,20
	Joelho 90° Com Redução e Inserto Metálico - PPR	3,50
	Misturador - PPR	2,00

### Perda de Carga do Registro de Pressão

A perda de carga no Registro de Pressão pode ser calculada da seguinte forma:

$$\Delta h = 8 \times 10^6 \times K \times Q^2 \times \pi^{-2} \times d^{-4}$$

(NBR 5626:1998 - Anexo A)

Sendo:

**Q** = vazão no registro

**d** = diâmetro interno do registro

**Δh** = perda de carga no registro, em kPa

**K** = coeficiente de perda de carga, obtido da NBR 10071, transcrito abaixo

De acordo com a Norma Brasileira NBR 10071, tem-se:

**Tabela 21**

DN	Valores máximo de "R"	Faixa de vazão para determinação de "R" (l/s)
20	40	0,40 a 0,60
25	32	0,60 a 1,15

Em ensaios realizados nos laboratório da Amanco, obteve-se os seguintes valores:

Tabela 22		
Produto	Bitola	Valor "R"
Registro Pressão Amanco PPR	25 mm	12,43
Registro Gaveta Amanco PPR	25 mm	1,48

Conclusão: A perda de carga dos Registros Pressão e Gaveta Amanco PPR é menor do que prevê a NBR 10071.

#### Cálculo da Perda de Carga Total:

$$\Delta H_{\text{total}} = \Delta h_{\text{tubos}} + \Delta h_{\text{conexões}}$$

Sendo:

$\Delta H_{\text{total}}$  = perda de carga total no trecho a ser considerado [m]

$\Delta h_{\text{tubos}}$  = perda de carga dos tubos no trecho considerado [m]

$\Delta h_{\text{conexões}}$  = perda de carga nas conexões e acessórios [m]

Para o cálculo de  $\Delta h_{\text{tubos}}$  utiliza-se a Equação de Darcy-Weisbach:

$$\Delta h_{\text{tubos}} = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

onde:

**f** = fator de atrito (citada na página 39) - adimensional

**L** = comprimento do trecho considerado [m]

**V** = velocidade do fluido [m/s]

**D** = diâmetro interno da tubulação [m]

**g** = aceleração da gravidade [m/s<sup>2</sup>]

No caso de  $\Delta h_{\text{conexões}}$  tem-se:

$$\Delta h_{\text{conexões}} = (\Sigma R) \frac{v^2}{2g}$$

Onde  $\Sigma R$  = somatória de todos os valores de "R" no trecho considerado, obtidos na página 43 deste Manual.

**Exemplo:**

Tubulação PN 25 (DE 50)

Velocidade de cálculo: 2,0 m/s

Temperatura da água: 60° C

Comprimento total da tubulação: 40 m

Trecho com 5 joelhos 90°, 3 joelhos 45° e 9 luvas

Solução:

- Cálculo do Número de Reynolds:

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{2 \times 0,0332}{4,7 \times 10^{-7}} = 141.277$$

- Cálculo do fator de atrito

$$f = \left\{ \left( \frac{64}{141.277} \right)^8 + 9,5 \left[ \ln \left( \frac{0,007 \times 10^{-3}}{3,7 \times 0,0332} + \frac{5,74}{141.277^{0,9}} \right) - \left( \frac{2500}{141.277} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0,125}$$

⇒ f = 0,018

- Cálculo da perda de perda nos tubos:

$$\Delta h_{\text{tubos}} = 0,018 \frac{40 \times 2^2}{0,0332 \times 2 \times 9,81} \Rightarrow \Delta h_{\text{tubos}} = 4,43 \text{ m}$$

- Cálculo da perda de perda nas conexões:

$$\Delta h_{\text{conexões}} = (5 \times 2 + 3 \times 0,60 + 9 \times 0,25) \frac{2^2}{2 \times 9,81} \Rightarrow \Delta h_{\text{conexões}} = 2,86 \text{ m}$$

Portanto:

$$\Delta H_{\text{total}} = 4,43 + 2,86 \Rightarrow \Delta H_{\text{total}} = 7,29 \text{ m.c.a.}$$

Conclusão: Nas condições hidráulicas do exemplo, tem-se uma perda de carga de 7,29 m.c.a.

### Dilatações e Contrações

Todos os materiais para condução de água fria ou quente, quando submetidos durante um período de tempo a uma variação de temperatura, reagem modificando suas propriedades dimensionais. Este fenômeno é chamado de dilatação térmica e pode manifestar-se através de aumento das dimensões do corpo, quando a variação da temperatura for positiva, ou através de contração, no caso de variações negativas. A dilatação térmica pode ser linear, superficial ou cúbica. No caso da tubulação em PPR, verifica-se sobretudo uma dilatação linear, e a variável adotada neste caso é o coeficiente de dilatação linear.

Quando se projeta e realiza uma instalação é indispensável conhecer o valor do coeficiente de dilatação linear, para que se possa calcular os valores de dilatação e adotar de forma correta as soluções.

#### Cálculo da Dilatação e Contração Linear

A variação do comprimento do tubo em PPR, pela variação de temperatura, pode ser determinada através da seguinte fórmula:

$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha$$

Onde:

**$\Delta L$**  = Variação do comprimento da tubulação (mm)

**$\Delta T$**  = Diferença entre a temperatura no momento da instalação (temperatura ambiente) e a temperatura em fase de exercício (temperatura de serviço) (° C)

**L** = Comprimento da tubulação (m)

**$\alpha$**  = Coeficiente de dilatação linear do material = 0,15 mm/m° C

#### Ex1. Dilatação da tubulação devido à variação da temperatura

L = 0,80 m

T = 20° C (temperatura ambiente)

T<sub>máx</sub> = 75° C (temperatura máxima de exercício deste exemplo)

$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha$$

$$\Delta L = 55 \times 0,80 \times 0,15$$

$$\Delta L = 6,6 \text{ mm}$$

Conclusão: o tubo sofreu uma dilatação longitudinal de 6,6 mm.

#### Ex2. Contração da tubulação devido à variação da temperatura

L = 0,80 m

T = 30° C (temperatura ambiente)

T<sub>mín</sub> = 5° C (temperatura mínima de exercício deste exemplo)

$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha$$

$$\Delta L = (-25) \times 0,80 \times 0,15$$

$$\Delta L = - 3,0 \text{ mm}$$

Conclusão: o tubo sofreu uma retração longitudinal de 3,0 mm.

## Pontos de Fixação

Seguem algumas definições:

**1) Apoio:** ponto fixo ou ponto deslizante, sendo a ligação estrutural entre a tubulação e o elemento de construção. Estes pontos são formados por abraçadeiras fabricadas com material rígido, geralmente metálico, e devem ser revestidas de borracha (ou material similar) para não provocar danos na superfície externa dos tubos.

**2) Ponto Fixo ( $P_f$ ):** apoio que não permite a movimentação da tubulação, em nenhuma direção.

**3) Ponto Deslizante ( $P_d$ ):** apoio que permite a movimentação da tubulação.

### Exemplos:

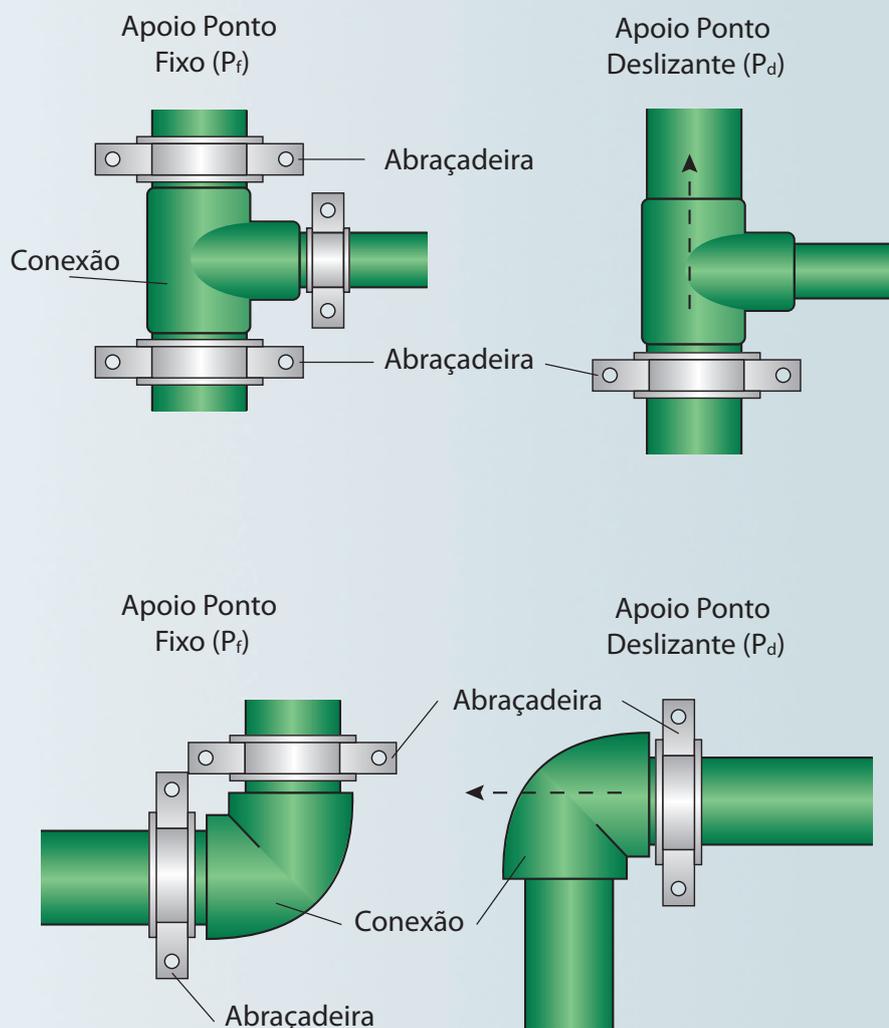


Tabela 23 - Distâncias Horizontais Máximas entre Apoios (cm)

Tipo de Tubo (mm)	Distância máxima segundo a temperatura de trabalho									
	0° C	10° C	20° C	30° C	40° C	50° C	60° C	70° C	80° C	
PN 12	20	65	60	50	50	45				
	25	75	70	60	60	50				
	32	90	85	80	70	65				
	40	100	100	90	80	75				
	50	125	110	100	95	85				
	63	145	130	120	100	100				
	75	160	150	135	120	115				
	90	180	170	150	140	130				
	110	260	240	220	210	200				
PN 20	20	75	70	60	55	50	50	45	40	40
	25	85	80	70	65	60	55	50	50	40
	32	100	90	80	75	70	65	60	55	50
	40	120	100	100	90	80	75	70	65	60
	50	135	120	110	100	95	90	80	75	70
	63	160	140	130	120	110	100	95	85	80
	75	180	160	150	130	125	115	100	100	90
	90	200	180	165	150	140	130	120	110	100
	110	280	260	240	220	215	190	175	140	120
PN 25	20	80	70	60	60	50	50	45	40	40
	25	90	80	70	70	60	60	50	50	45
	32	100	90	90	80	70	70	60	60	50
	40	120	110	100	90	85	80	70	65	60
	50	140	130	120	100	100	90	80	80	70
	63	160	150	135	120	115	100	100	90	80
	75	180	170	150	140	130	120	110	100	90
	90	200	190	170	160	150	130	125	115	100

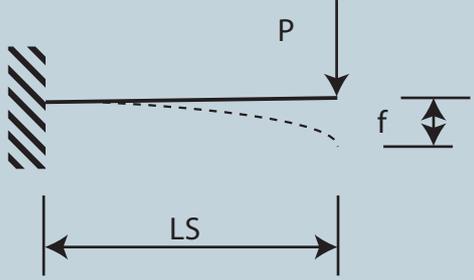
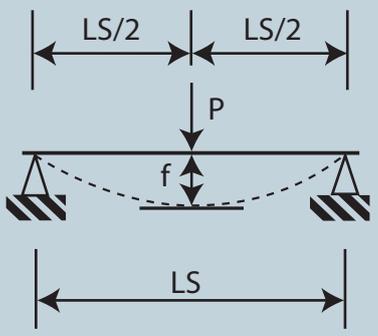
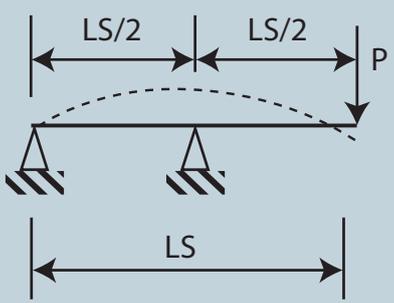
Esta tabela indica a distância máxima admissível entre dois apoios consecutivos ( $P_f$  e  $P_d$ ), de tal maneira que se produza uma flecha máxima de 2% sobre esta distância.

Entre dois Pontos Fixos, aconselha-se prever pontos que permitam a dilatação do material, através de braços elásticos e liras.

O sistema composto por tubulações do Amanco PPR em edifícios pode ser representado por diversas situações estruturais, resumidas na tabela 24, onde os valores das constantes ("C") que serão utilizados nos cálculos, foram obtidos por simulações computacionais utilizando-se Elementos Finitos nas formulações.

Foram utilizadas 3 constantes ("C") na tabela 24, de acordo com a configuração estrutural.

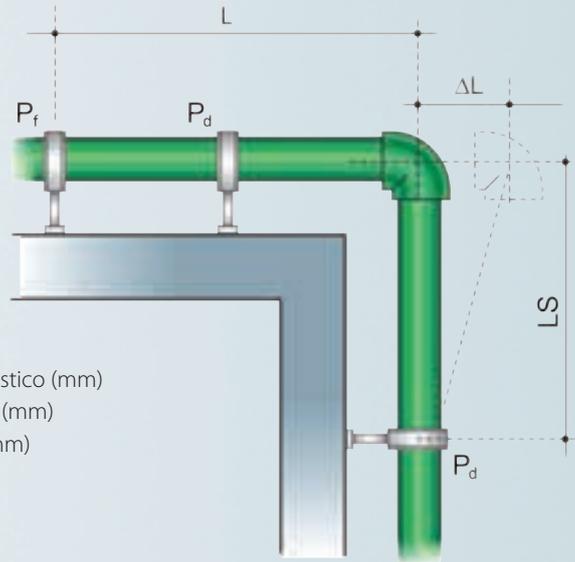
Tabela 24

Configuração estrutural	Constante "C"
<p>1)</p> 	30
<p>2)</p> 	77
<p>3)</p> 	70

**Execução de Braços Elásticos na Instalação:**

O cálculo da compensação com braços elásticos efetua-se mediante a seguinte fórmula:

$$LS = C \cdot \sqrt{De \cdot \Delta L}$$



Onde:

**LS** = Comprimento do braço elástico (mm)

**De** = Diâmetro externo do tubo (mm)

**ΔL** = Dilatação linear do tubo (mm)

**C** = Constante = 30

**Execução de Liras na Instalação:**

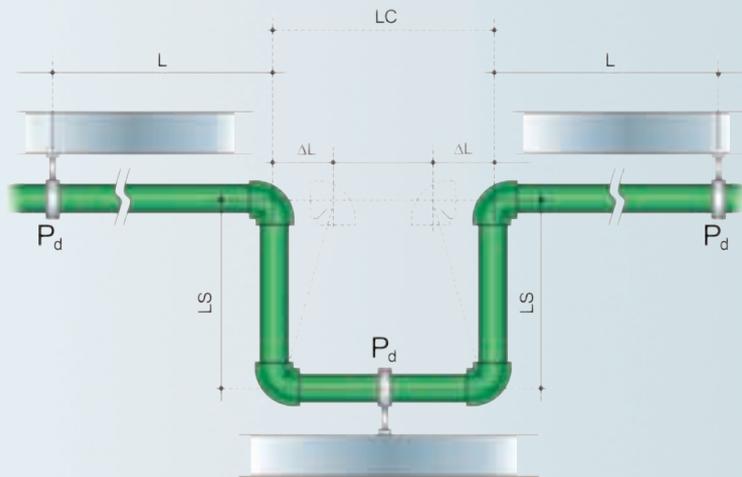
O funcionamento das liras de dilatação é equivalente a um duplo braço deslizante. O comprimento da lira (LC) deve ser pelo menos 10 vezes o diâmetro do tubo, ou seja:

$$LC = 10x De$$

Onde:

**LC** = Comprimento da lira (mm)

**De** = Diâmetro externo do tubo (mm)



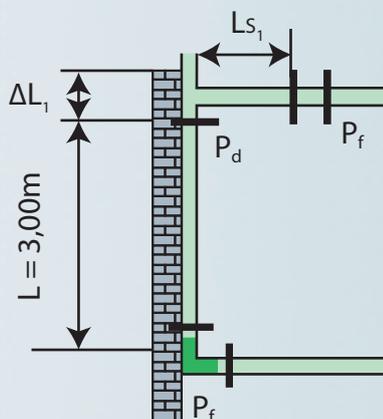
**Ilustração da lira de centro**

O sistema estrutural pode ser aproximado à configuração 1 da tabela 24 e, por isso, o valor de "C" é igual a 30.

**Exemplo 1: Instalação Vertical**

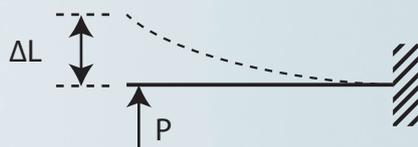
A partir da configuração abaixo, de forma orientativa, pode-se estimar o braço elástico  $LS_1$ , da seguinte forma:

a) Cálculo da dilatação do trecho A-B, considerando a temperatura do fluido de  $70^\circ\text{C}$ , temperatura de montagem de  $20^\circ\text{C}$  e  $L = 3,0\text{ m}$  ( $=3.000\text{ mm}$ )



$$\Delta L_1 = \alpha L \Delta T = (1,5 \times 10^{-4})(3000)(70 - 20) \Rightarrow \Delta L = 22,5\text{ mm}$$

Configuração 1 aproximada (ver tabela 24):



Calculando-se o Braço Elástico  $LS_1$ , tem-se:

$$LS_1 = C \sqrt{(\Delta L)(De)} = 30 \sqrt{22,5 * 32} \Rightarrow LS_1 = 805,0\text{ mm}$$

Da mesma forma, pode-se estimar  $LS_2$  que ocorre no pavimento imediatamente superior:

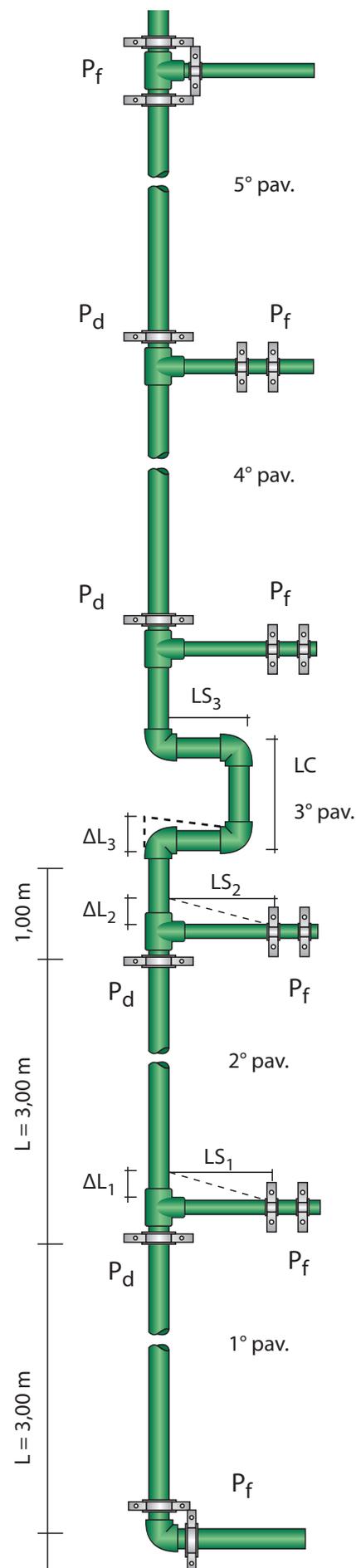
$$\Delta L_2 = (L)(\alpha)(\Delta T) = (6.000)(1,5 \times 10^{-4})(70 - 20) \Rightarrow \Delta L = 45,0\text{ mm}$$

$$LS_2 = 30 \sqrt{(De)(\Delta L)} = 30 \sqrt{(32)(45,0)} \Rightarrow LS_2 \cong 1.138\text{ mm (1,14 m)}$$

No caso da lira, que neste esquema encontra-se no terceiro pavimento, e estimando-se a distância vertical entre o ramal de derivação do andar inferior e o início da lira em 1 metro, tem-se:

$$\Delta L_3 = (L)(\alpha)(\Delta T) = (7.000)(1,5 \times 10^{-4})(70 - 20) \Rightarrow \Delta L = 52,5\text{ mm}$$

$$LS_3 = 30 \sqrt{(De)(\Delta L)} = 30 \sqrt{(32)(52,5)} \Rightarrow LS_3 \cong 1.230\text{ mm (1,23 m)}$$

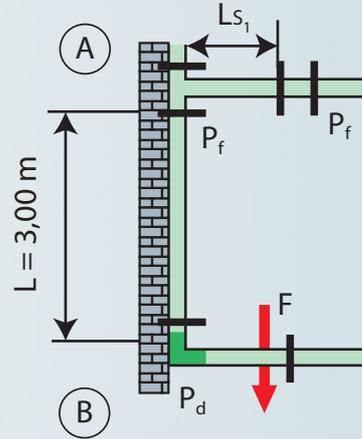


E o comprimento da lira é dado por (ver página 50 deste Manual):

$$LC = 10 \times 32 \Rightarrow LC = 320 \text{ mm } (=0,32 \text{ m})$$

### Força nos Apoios:

Alterando o exemplo anterior para o esquema abaixo:



Para calcular a força F, utiliza-se a fórmula abaixo:

$$F = \frac{3(\Delta L)(E)(I)}{(LS_1)^3}$$

Onde:

**$\Delta L$**  = Variação linear no trecho considerado (mm)

**E** = Módulo de elasticidade (Kg/cm<sup>2</sup>) - ver ábaco página 56

**I** = Momento de Inércia da tubulação analisada (cm<sup>4</sup>)

**$LS_1$**  = Comprimento do trecho considerado (cm)

Cálculo:

**De** = 32 mm (=3,2 cm); e = 5,4 mm(=0,54 cm)

$$I = \frac{\pi}{64} [De^4 - (De - 2e)^4] = \frac{\pi}{64} [3,2^4 - (3,2 - 2 \times 0,54)^4] \Rightarrow I \cong 4,16 \text{ cm}^4$$

E (Módulo de Elasticidade), calculado para 70° C:

**$E_{70}$**  =  $-4.561,9 \ln(70) + 21.685 \Rightarrow E_{70} \approx 2.304 \text{ kgf/cm}^2$

**$\Delta L_{AB}$**  = 22,5 mm (2,25 cm)

**$LS_1$**   $\approx$  805 mm (80,5 cm)

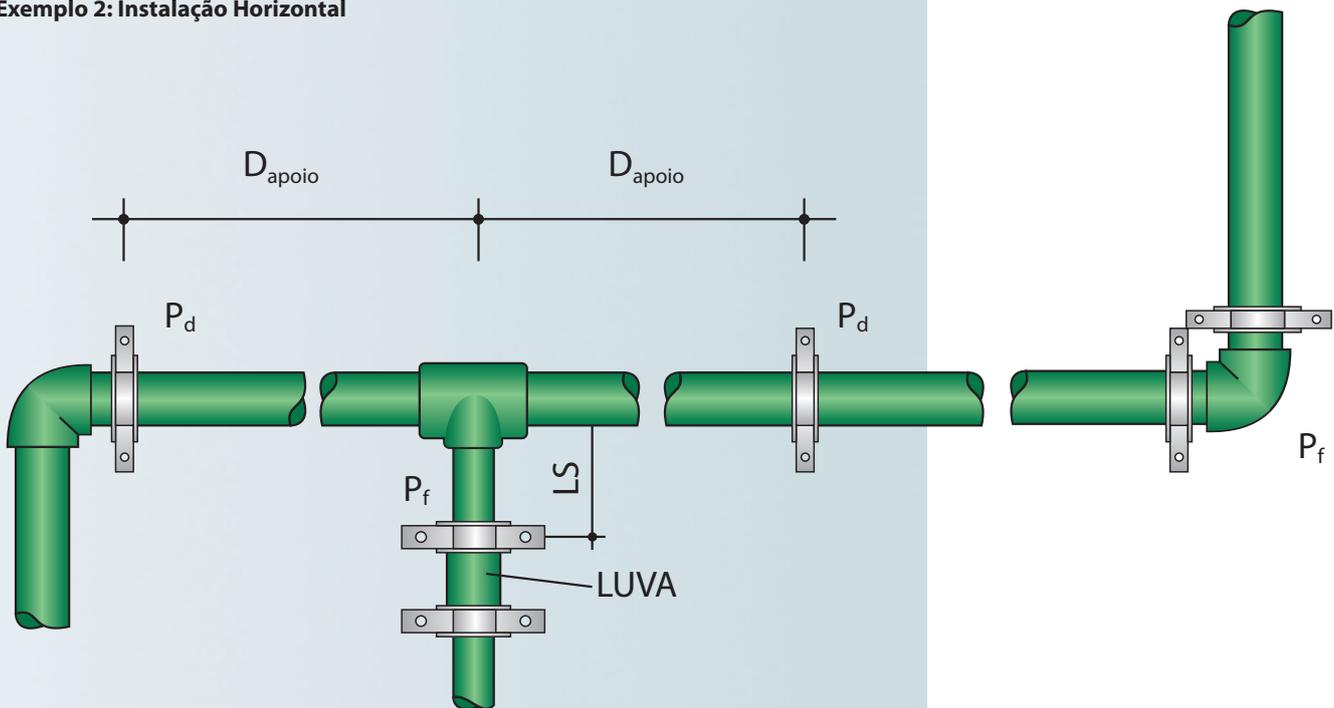
Tem-se:

$$F = \frac{3(2,25)(2.304)(4,16)}{80,5^3} \Rightarrow F = 0,12 \text{ kgf}$$

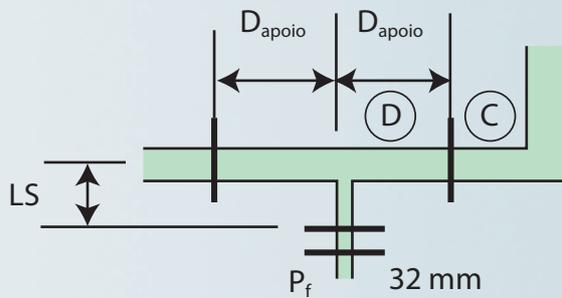
Se tivesse um Ponto Fixo ( $P_f$ ) em "B":

$$F = \pi(De - e)(e)(E)(\alpha)(\Delta T) = \pi(3,2 - 0,54)(0,54)(1,5 \times 10^{-4})(2.304)(70 - 20) \Rightarrow F \cong 78 \text{ kgf}$$

## Exemplo 2: Instalação Horizontal



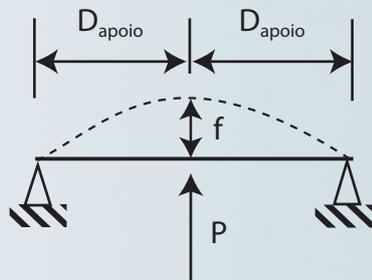
$D_{\text{apoio}}$  = distância entre o apoio e o eixo da derivação



Utilizando como exemplo  $LS = 0,90 \text{ m} (=900 \text{ mm})$

$$\Delta L_{CD} = (L_{CD})(\alpha)(\Delta T) = (900)(1,5 \times 10^{-4})(70-20) \Rightarrow \Delta L_{AB} = 6,75 \text{ mm}$$

Configuração 2 aproximada (ver tabela 24):



$$D_{\text{apoio}} = 77\sqrt{(32)(6,75)} \Rightarrow D_{\text{apoio}} \approx 1.132 \text{ mm} (1,13 \text{ m})$$

Por outro lado, caso o Ponto Fixo esteja a 0,4 m da derivação, tem-se: **LS = 0,40 m (=400 mm)**

$$\Delta L_{CD} = (L_{CD})(\alpha)(\Delta T) = (400)(1,5 \times 10^{-4})(70-20) \Rightarrow \Delta L_{AB} = 3,00 \text{ mm}$$

$$D_{\text{apoio}} = 77 \sqrt{(32)(3,00)} \Rightarrow D_{\text{apoio}} \cong 754 \text{ mm (0,754 m)}$$

### Ábaco

Para facilitar os cálculos, seguem as tabelas abaixo; recomenda-se avaliar os demais parâmetros de acordo com o projeto a ser analisado

**Tabela 25 - C = 30 (configuração 1 da tabela 24 deste manual)**

De (mm)	20	25	32	40	50	63	75	90	110
$\Delta L$ (mm)	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	63 mm	75 mm	90 mm	110 mm
10	42,43	47,43	53,67	60,00	67,08	75,30	82,16	90,00	99,50
20	60,00	67,08	75,89	84,85	94,87	106,49	116,19	127,28	140,71
30	73,48	82,16	92,95	103,92	116,19	130,42	142,30	155,88	172,34
40	84,85	94,87	107,33	120,00	134,16	150,60	164,32	180,00	199,00
50	94,87	106,07	120,00	134,16	150,00	168,37	183,71	201,25	222,49
60	103,92	116,19	131,45	146,97	164,32	184,45	201,25	220,45	243,72
70	112,25	125,50	141,99	158,75	177,48	199,22	217,37	238,12	263,25
80	120,00	134,16	151,79	169,71	189,74	212,98	232,38	254,56	281,42
90	127,28	142,30	161,00	180,00	201,25	225,90	246,48	270,00	298,50
100	134,16	150,00	169,71	189,74	212,13	238,12	259,81	284,60	314,64
110	140,71	157,32	177,99	199,00	222,49	249,74	272,49	298,50	330,00
120	146,97	164,32	185,90	207,85	232,38	260,84	284,60	311,77	344,67
130	152,97	171,03	193,49	216,33	241,87	271,50	296,23	324,50	358,75
140	158,75	177,48	200,80	224,50	251,00	281,74	307,41	336,75	372,29
150	164,32	183,71	207,85	232,38	259,81	291,63	318,20	348,57	385,36
160	169,71	189,74	214,66	240,00	268,33	301,20	328,63	360,00	397,99

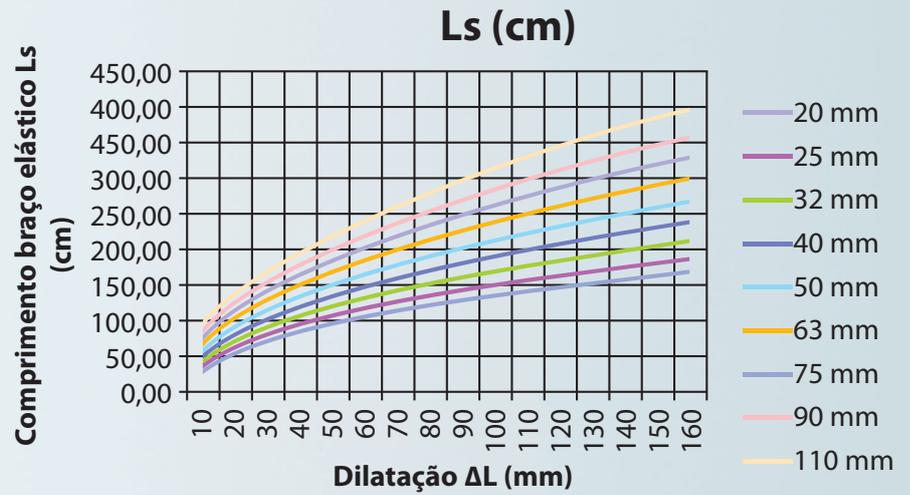
Tabela 26 - C = 77 (configuração 2 da tabela 24 deste manual)

De (mm)	20	25	32	40	50	63	75	90	110
$\Delta L$ (mm)	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	63 mm	75 mm	90 mm	110 mm
10	108,89	121,75	137,74	154,00	172,18	193,27	210,87	231,00	255,38
20	154,00	172,18	194,80	217,79	243,50	273,32	298,22	326,68	361,16
30	188,61	210,87	238,58	266,74	298,22	334,75	365,24	400,10	442,33
40	217,79	243,50	275,48	308,00	344,35	386,54	421,75	462,00	510,76
50	243,50	272,24	308,00	344,35	385,00	432,16	471,53	516,53	571,05
60	266,74	298,22	337,40	377,22	421,75	473,41	516,53	565,83	625,55
70	288,11	322,11	364,43	407,45	455,54	511,34	557,92	611,17	675,67
80	308,00	344,35	389,59	435,58	486,99	546,65	596,44	653,37	722,32
90	326,68	365,24	413,23	462,00	516,53	579,81	632,62	693,00	766,14
100	344,35	385,00	435,58	486,99	544,47	611,17	666,84	730,49	807,58
110	361,16	403,79	456,84	510,76	571,05	641,00	699,39	766,14	847,00
120	377,22	421,75	477,15	533,47	596,44	669,50	730,49	800,21	884,66
130	392,62	438,97	496,64	555,25	620,79	696,84	760,31	832,88	920,79
140	407,45	455,54	515,38	576,22	644,23	723,14	789,02	864,32	955,54
150	421,75	471,53	533,47	596,44	666,84	748,53	816,71	894,66	989,08
160	435,58	486,99	550,97	616,00	688,71	773,07	843,49	924,00	1021,52

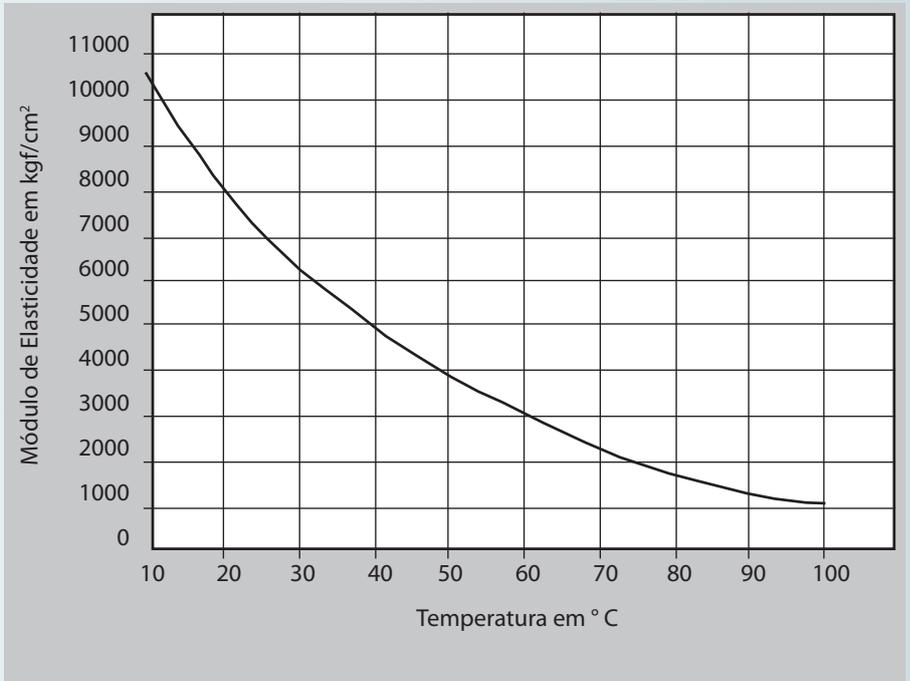
Tabela 27 - C = 70 (configuração 3 da tabela 24 deste manual)

De (mm)	20	25	32	40	50	63	75	90	110
$\Delta L$ (mm)	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	63 mm	75 mm	90 mm	110 mm
10	98,99	110,68	125,22	140,00	156,52	175,70	191,70	210,00	232,16
20	140,00	156,52	177,09	197,99	221,36	248,48	271,11	296,98	328,33
30	171,46	191,70	216,89	242,49	271,11	304,32	332,04	363,73	402,12
40	197,99	221,36	250,44	280,00	313,05	351,40	383,41	420,00	464,33
50	221,36	247,49	280,00	313,05	350,00	392,87	428,66	469,57	519,13
60	242,49	271,11	306,72	342,93	383,41	430,37	469,57	514,39	568,68
70	261,92	292,83	331,30	370,41	414,13	464,85	507,20	555,61	614,25
80	280,00	313,05	354,18	395,98	442,72	496,95	542,22	593,97	656,66
90	296,98	332,04	375,66	420,00	469,57	527,10	575,11	630,00	696,49
100	313,05	350,00	395,98	442,72	494,97	555,61	606,22	664,08	734,17
110	328,33	367,08	415,31	464,33	519,13	582,73	635,81	696,49	770,00
120	342,93	383,41	433,77	484,97	542,22	608,64	664,08	727,46	804,24
130	356,93	399,06	451,49	504,78	564,36	633,49	691,19	757,17	837,08
140	370,41	414,13	468,53	523,83	585,66	657,40	717,29	785,75	868,68
150	383,41	428,66	484,97	542,22	606,22	680,48	742,46	813,33	899,17
160	395,98	442,72	500,88	560,00	626,10	702,79	766,81	840,00	928,65

Âbaco do Comprimento do Braço Elástico para C = 30



Âbaco do Módulo de Elasticidade - ISO 178



$$E = -4561,9 \ln(\text{temperatura}^{\circ}\text{C}) + 21685$$

(ajuste da curva com correlação  $R^2 = 0,9998$ )

## Instalações Embutidas

Apesar do sistema de tubos e conexões Amanco PPR sofrer os fenômenos de dilatação e contração, sua flexibilidade somada à resistência das uniões termofusionadas permite embutir a tubulação sem prever espaços vazios na canaleta.

Porém, deve-se realizar uma correta instalação utilizando apoios fixos que absorvam os esforços das tubulações conforme situações abaixo:

### 1) Paredes Espessas

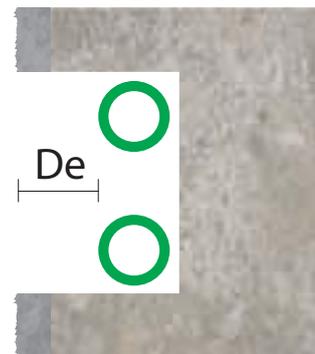
Aplicar massa forte de cimento de cura rápida nas mudanças de direção (Joelhos e Tês) e a cada 50 cm ao longo da tubulação. Posteriormente preencher a canaleta com **massa normal** de cimento. Esta massa deve ter espessura igual ou superior ao diâmetro do tubo.

### 2) Paredes Finas

Aplicar massa forte de cimento de cura rápida nas mudanças de direção (Joelhos e Tês) e a cada 50 cm ao longo da tubulação. Posteriormente preencher a canaleta com **massa forte** de cimento.

Também pode-se seguir uma outra opção de configuração estrutural com braços elásticos, conforme calculado anteriormente (página 50 deste manual).

Vale ressaltar que no caso de tubulações embutidas envolvendo água quente e água fria, deve-se prever um distanciamento entre as tubulações de pelo menos uma vez o diâmetro externo do tubo.



De = diâmetro externo do tubo PPR



### Conexões Especiais

A seguir serão detalhadas algumas conexões especiais da linha Amanco PPR.

#### 1) Curva de Transposição

Para a transposição do Amanco PPR em passagem de outras tubulações, dispomos da Curva de Transposição, que pode ser instalada tanto na vertical como na horizontal.

#### 2) Conexões de Transição com Inseto Metálico

São conexões Amanco PPR com roscas metálicas fêmea ou macho, destinadas a receber roscas metálicas de dispositivos da rede como registros de pressão e gaveta, aquecedores de passagem a gás, elétricos, acumuladores, válvulas de alívio e transições de sistemas metálicos para a linha Amanco PPR

De acordo com a NBR 15813, as roscas externas (macho) devem ser de acordo com a NBR NM ISO 7-1 e as roscas internas (fêmea) conforme a NBR 8133.

#### 3) Misturadores Amanco PPR

O Misturador Amanco PPR tem desenho desenvolvido para impedir o retorno de água quente para a tubulação de água fria, além de direcionar o fluxo, melhorando o desempenho hidráulico e reduzindo o nível de ruído.



Desenho projetado para dificultar o retorno de água quente para o sistema de água fria.



Curvatura calculada para a mínima turbulência da água e a baixa rugosidade da superfície garante a velocidade de escoamento.

Há duas opções: com pontas que permitem a regulagem da distância entre os registros, ou com bolsas com inserto metálico, para conexão direta ao corpo dos registros.



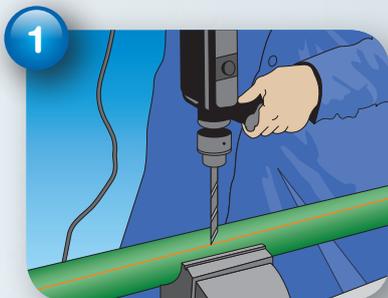
- Fabricado nas bitolas recomendadas para esta aplicação: com pontas, nas bitolas 20 e 25 mm, e com inserto metálico, nas bitolas 20 mm x 1/2" ou 25 mm x 3/4".
- Total estanqueidade no sistema, com juntas que se fundem a 260° C, formando praticamente uma tubulação contínua entre o misturador e o tubo de subida para o chuveiro.
- Excelente isolamento térmico, o que garante baixa perda de calor dos fluidos.

#### 4) Sela de Derivação PPR

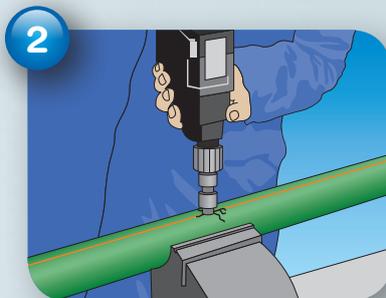
##### Aplicação

A Sela de Derivação é utilizada para a realização de um ramal de derivação não previsto.

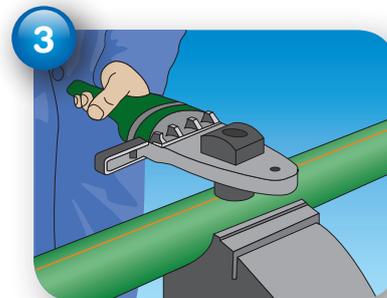
##### Instruções de Uso



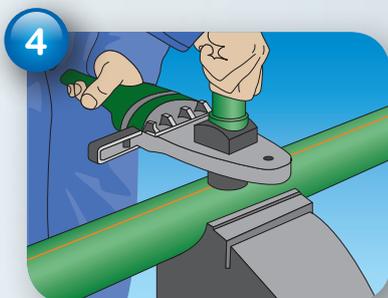
Usando furadeira com broca de 12 mm, faça um furo na tubulação PPR no local em que será colocada a sela de derivação. O furo deve ser perpendicular à superfície do tubo. Utilize as linhas guias do tubo como referência para perfuração.



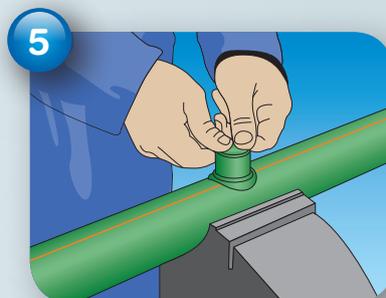
Coloque o perfurador adequado para sela de derivação na furadeira e complete a perfuração.



Coloque no termofusor os bocais especiais para a sela de derivação. Limpe os bocais do termofusor com um pano embebido em álcool, antes de iniciar a termofusão. Limpe as superfícies da sela e do tubo a serem termofusionados. Faça uma marcação sobre a superfície do tubo, de forma a indicar a posição correta de montagem da sela sobre o tubo. Com o bocal apropriado, aqueça primeiramente apenas o tubo, seguindo o tempo indicado a seguir:



Decorrido o tempo da tabela 28, inicie o aquecimento também da sela de derivação. Mantenha o termofusor aquecendo ambos os componentes (tubo e sela), até que se forme um cordão uniforme de cerca de 2 mm de material fundido, tanto ao longo do tubo como da sela.



Retire o termofusor e monte imediatamente a sela sobre o tubo, observando a correta posição de montagem, indicada pela marcação efetuada anteriormente. Após a termofusão da sela, segure firme durante 20 a 30 segundos; durante um intervalo de 3 segundos, existe a possibilidade de alinhar angularmente a saída da sela, porém sem girá-la. Deixe esfriar a união durante no mínimo 10 minutos.

##### Cuidados Especiais

- Utilize o Perfurador para Sela de Derivação Amanco para cada diâmetro correspondente.
- O tubo e os bocais devem estar completamente limpos para ter um resultado adequado.
- Caso seja adicionada uma sela a uma tubulação existente, deve-se verificar se a mesma encontra-se seca e livre de água na área em que será realizada a termofusão.
- Para evitar que o furo fique descentralizado, posicione a furadeira perpendicularmente ao tubo.

Tabela 28

Bitola	Tempo de Aquecimento (s)
63	16
75	22
90	32

**Obs:** o tempo de aquecimento deve ser contado somente após a introdução completa do bocal no furo do tubo.



## 4.3 Cuidados especiais e precauções

O Amanco PPR para a condução de água quente e fria é muito simples de instalar. Porém, alguns cuidados especiais e precauções devem ser tomados na execução e na manutenção do sistema:

### **Raios Ultravioleta**

Os tubos e conexões Amanco PPR não devem ser instalados nem armazenados em locais que recebem de forma direta os raios ultravioleta. A solução mais eficiente para proteger os tubos é o envolvimento (camisa) da tubulação com material isolante, como fita de alumínio. Para instalação de aquecedores solares, proteja os tubos externos de entrada e saída das placas de aquecimento com material isolante.

### **Manipulação do Tubo**

O Amanco PPR tem excelente flexibilidade e ductibilidade, mas não é recomendado que seja exposto a fenômenos que sofram excessivas solicitações externas, como golpes, marteladas e ações similares, durante a instalação e o armazenamento.

### **Formação de Gelo**

O Amanco PPR é resistente às baixas temperaturas e formação de gelo em seu interior.

### **Condensação**

Para fluidos com baixas temperaturas, normalmente aplicados em instalações de sistemas de refrigeração, é comum o fenômeno de condensação. Mesmo tendo baixa condutividade térmica, recomendamos cobrir a tubulação com isolante térmico nos casos em que se necessite a isenção de condensação. A condensação ocorre quando a temperatura no interior da tubulação é muito baixa em relação à temperatura ambiente e a umidade relativa do ar no local é elevada.

### Contato com Corpos Cortantes

O contato eventual com corpos cortantes provoca entalhes sobre a superfície externa dos tubos, que pode posteriormente gerar rupturas. É necessário impedir que isto aconteça, seja durante o armazenamento, ou durante a instalação. É conveniente não utilizar tubos que apresentem entalhes na superfície exterior.



### Conexões com Inseto Metálico

Utilizando conexões Amanco PPR dotadas de peças com insertos metálicos, deve-se evitar torções elevadas na realização das uniões. Aconselhamos não utilizar quantidades excessivas de Fita Veda Rosca. O Amanco PPR está de acordo com a NBR 15813, conforme trecho abaixo:

“As roscas externas (macho) devem ser de acordo com a NBR NM ISO 7-1 e as roscas internas (fêmea) de acordo com a NBR 8133, sendo que neste caso devem apresentar comprimentos de roscas conforme prevê a NBR NM ISO 7-1”.



### Termofusão

As partes a serem termofusionadas devem estar sempre bem limpas. Tanto durante, como após a soldagem, deve-se evitar submeter as partes unidas a torções.



### Proteção e Condições Especiais para a Utilização do Termofusor

O Termofusor é um equipamento manual com elemento térmico de contato, para uso em soldagens por termofusão entre tubos e conexões de PPR. Possui um dispositivo de regulagem da temperatura para atingir o ponto de fusão (260° C) do material. Antes de instalar o Termofusor, leia atentamente as instruções contidas no “manual de uso e manutenção do Termofusor”.

#### Recomendações para se obter uma soldagem adequada

- a) Limpe cuidadosamente com álcool gel os bocais do Termofusor.
- b) Verifique periodicamente o estado de uso do revestimento antiaderente dos Bocais M/F.
- c) Evite o contato com materiais abrasivos que possam danificar o revestimento antiaderente.
- d) Aguarde o tempo necessário previsto para o resfriamento, antes de submeter a solda a esforços mecânicos.
- e) Certifique-se de que a solda apresente um cordão uniforme e contínuo ao longo de toda a circunferência de junção.

### Normas de Segurança do Termofusor

- a)** Este equipamento deve ser utilizado exclusivamente para a termofusão de tubos e conexões Amanco PPR seguindo as instruções descritas no manual de uso. Qualquer outro uso é considerado impróprio, visto que poderá causar lesões ao operador e a terceiros, e danos ao equipamento ou a outros objetos.
- b)** Recomenda-se a observância das disposições de lei em termos de segurança no ambiente de trabalho e proteção da saúde do operador.
- c)** As características de uso previstas pelo equipamento exigem especial atenção às seguintes prescrições: **Alimentação:** certifique-se de que as características elétricas do equipamento correspondem às características da fonte de alimentação. Não alimente esse equipamento com fontes de tensão sujeitas a sobre/subtensões. Utilize, portanto, fornecimento elétrico seguro (de rede) ou geradores dotados de estabilizador de tensão. Certifique-se de que a tomada de alimentação do equipamento esteja protegida por um interruptor diferencial de alta sensibilidade e com aterramento.
- d)** Eletricidade: apesar dos dispositivos de segurança e dos projetos de construção respeitarem as normas vigentes, a utilização de máquinas alimentadas eletricamente comporta riscos relacionados à propriedade intrínseca deste tipo de energia. Portanto, não exponha o equipamento ou os cabos à chuva, a agentes químicos ou a esforços mecânicos (passagem de veículos sobre os cabos); não utilize o equipamento com as mãos molhadas e/ou em ambientes molhados e utilize tubos e conexões sempre secos.
- e)** Cuidados com queimaduras: não toque nos componentes metálicos do equipamento e nas partes em plástico envolvidas na soldagem durante as fases de aquecimento e esfriamento. Opere o equipamento sempre com a máxima atenção. Trabalhe com luvas de proteção e vestuário adequado para a prevenção de queimaduras, assim como, para substituição dos bocais.
- f)** Local de trabalho: além de limpo, em ordem, arejado e bem iluminado, o local deve estar isento de gases, vapores e materiais inflamáveis, como solventes, óleos e tintas. Caso se encontrem no raio de ação do equipamento, essas substâncias representam risco real de incêndio. Mantenha objetos e materiais que emitem calor distantes do aparelho. Durante os trabalhos em ambientes estreitos, é obrigatória a colaboração de uma segunda pessoa, para prestar socorro ao operador caso seja necessário. Não permita o acesso de pessoas não autorizadas ao local de trabalho.
- g)** Controle e reparos: antes de utilizar o equipamento, certifique-se da integridade de todos os componentes. Substitua imediatamente cabos ou componentes danificados. Os eventuais reparos deverão ser realizados apenas com peças de reposição originais e por pessoas qualificadas ou adequadamente treinadas. É proibido efetuar modificações no equipamento.
- h)** O operador deve estar presente durante os trabalhos, nunca abandonando o equipamento durante as fases de aquecimento, soldagem ou resfriamento.
- i)** Utilize tubos quimicamente inertes: não realize soldagem em tubos que contenham substâncias que, combinadas com o calor, possam originar gases explosivos e/ou perigosos para o corpo humano.
- j)** Suporte: posicione o equipamento utilizando exclusivamente o suporte.
- k)** Cuidado com os cabos: não desligue pluges, tomadas, conectores e não desloque o equipamento puxando pelos cabos elétricos. Ao término do trabalho, espere o resfriamento para guardá-lo, evitando possíveis danos e avarias aos cabos de alimentação.
- l)** O fabricante declina de quaisquer responsabilidades por danos decorrentes do uso impróprio do equipamento em pessoas ou objetos.
- m)** Este equipamento não pode ser operado por pessoas não habilitadas e/ou crianças.

# Linha Amanco PPR

## 05

### Produtos





DN	d	D	A
32	32	26,2	3000
40	40	32,6	3000
50	50	40,8	3000
63	63	51,4	3000
75	75	61,4	3000
90	90	73,6	3000
110	110	90	3000

### Tubo PPR PN 12 para Água Fria

Tubo identificado pela linha azul



Exclusivo para água fria

Comprimento	Código	e	Bitola	Embal.
3 m	17711	2,9	32	10
3 m	17712	3,7	40	05
3 m	17714	4,6	50	05
3 m	17716	5,8	63	04
3 m	17718	6,8	75	03
3 m	17720	8,2	90	02
3 m	17722	10	110	01

e = Espessura de parede (mm)



DN	d	D	A
20	20	14,4	3000
25	25	18	3000
32	32	23,2	3000
40	40	29	3000
50	50	36,2	3000
63	63	45,8	3000
75	75	54,4	3000
90	90	65,4	3000
110	110	69,8	3000

### Tubo PPR PN 20

Tubo identificado pela linha amarela



Comprimento	Código	e	Bitola	Embal.
3 m	17724	2,8	20	25
3 m	17725	3,5	25	25
3 m	17726	4,4	32	10
3 m	17727	5,5	40	05
3 m	17729	6,9	50	05
3 m	17731	8,6	63	04
3 m	17733	10,3	75	03
3 m	17735	12,3	90	02
3 m	17737	15,1	110	01

e = Espessura de parede (mm)



DN	d	D	A
20	20	13,2	3000
25	25	16,6	3000
32	32	21,2	3000
40	40	26,6	3000
50	50	33,4	3000
63	63	42	3000
75	75	50	3000
90	90	60	3000
110	110	73,4	3000

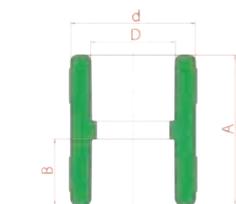
### Tubo PPR PN 25

Tubo identificado pela linha vermelha



Comprimento	Código	e	Bitola	Embal.
3 m	17739	3,4	20	25
3 m	17740	4,2	25	25
3 m	17741	5,4	32	10
3 m	17742	6,7	40	05
3 m	17744	8,4	50	05
3 m	17746	10,5	63	04
3 m	17748	12,5	75	03
3 m	17750	15,0	90	02
3 m	17752	18,3	110	01

e = Espessura de parede (mm)



DN	d	D	A	B
20	28	19	34	15
25	34	23,8	37	16,5
32	43	30,7	41	18,5
40	54,1	39	46	21
50	67,5	48,9	52	24
63	85,1	61,9	60	28
75	101,2	74,3	69	31,5
90	121,2	89,3	79	36
110	148	109,4	92	42

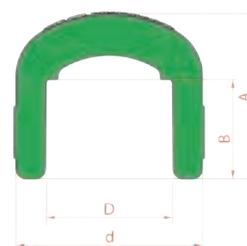
### Luva Simples F/F - PPR



Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
13324	14200	20	10
13325	14201	25	10
13326	14202	32	10
14577	14571	40	05
14578	14572	50	02
	14573	63	01
	14574	75	01
	14575	90	01
	14576	110	01

## Cap - PPR

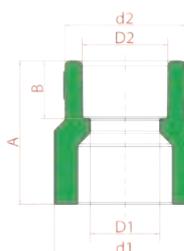
Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
14657	14479	20	10
14658	14480	25	10
14659	14481	32	10
14660	14482	40	05
14661	14483	50	02
	14484	63	01
	14485	75	01
	14486	90	01
	14487	110	01



DN	d	D	A	B
20	28	19,2	25	15
25	34	24,2	30	16,5
32	43,3	31,1	35	18,5
40	54,1	39	40	21
50	67,5	48,9	48	24
63	85,1	61,9	58	28
75	101,2	74,3	68	31,5
90	121,2	89,3	80	36
110	148	109,4	95	42

Bucha de Redução  
M/F - PPR

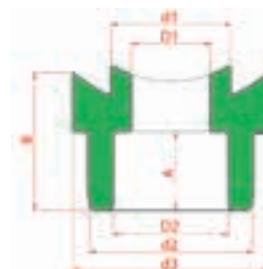
Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
13327	14214	25 x 20	10
13328	14215	32 x 20	10
13329	14216	32 x 25	10
14598	14585	40 x 25	05
14599	14586	40 x 32	05
14600	14587	50 x 25	02
14601	14588	50 x 32	02
14602	14589	50 x 40	02
	14590	63 x 40	01
	14591	63 x 50	01
	14592	75 x 50	01
	14593	75 x 63	01
	14594	90 x 63	01
	14595	90 x 75	01
	14596	110 x 75	01
	14597	110 x 90	01



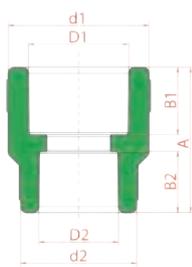
DN	D1	D2	d2	d1	A	B
25x20	6,6	19	25	28	35	15
32x20	16,5	19	32	28	40	15
32x25	20	23,8	32	34	40	16,5
40x25	19,6	24,2	40	34	40,952	16,5
40x32	25,2	31,1	40	43,3	45,692	18,5
50x25	19,6	24,2	50	34	46,548	16,5
50x32	25,2	31,1	50	43,3	45,748	18,5
50x40	31,6	39	50	54,1	52,547	21
63x40	31,6	39	63	54,1	52,295	21
63x50	39,6	48,9	63	67,5	61,248	24
75x50	39,6	48,9	75	67,5	58,108	24
75x63	50	61,9	75	85,1	71,883	28
90x63	50,1	61,9	90	85,1	65,323	28
90x75	60	74,3	90	101,2	81,635	31,5
110x75	59,7	74,3	110	101,2	77,356	31,5
110x90	73,4	89,3	110	121,2	94,202	36

## Sela Derivação - PPR

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
	14609	63 x 20	01
	14610	63 x 25	01
	14611	75 x 20	01
	14612	75 x 25	01
	14613	75 x 32	01
	14614	90 x 20	01
	14615	90 x 25	01
	14616	90 x 32	01



DN	D1	D2	d1	d2	d3	A	B
63x20	16,6	20	25	28	41	15	27,5
63x25	16,6	25	25	34	41	16,5	29
75x20	16,6	20	25	28	41	15	26
75x25	16,6	25	25	34	41	16,5	27,6
75x32	21,2	32	32	43	49	18,5	32,6
90x20	16,6	20	25	28	41	15	25
90x25	16,6	25	25	34	41	16,5	26,5
90x32	21,2	32	32	43	49	18,5	31



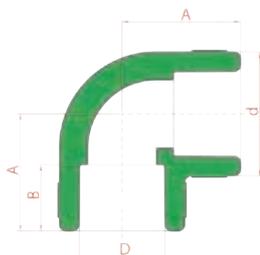
DN	D1	D2	d1	d2	A	B1	B2
25x20	24,2	19,2	34	28	35,5	16,5	15
32x20	31,1	19,2	43,3	28	37,5	18,5	15
32x25	31,1	24,2	43,3	34	39	18,5	16,5

**Luva de Redução F/F - PPR**



**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
14579	14582	25 x 20	10
14580	14583	32 x 20	10
14581	14584	32 x 25	10



DN	D	d	A	B
20	19,2	28	26,5	15
25	24,2	34	30,5	16,5
32	30,7	43	36	18,5
40	39	54,1	43	21
50	48,9	67,5	51	24
63	61,9	85,1	62	28
75	74,3	101,2	74	31,5
90	89,3	121,2	87	36
110	109,4	148	104	42

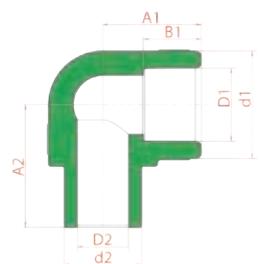
**Joelho 90° F/F - PPR**



**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
13286	14203	20	10
13287	14204	25	10
13288	14205	32	10
14539	14533	40	05
14540	14534	50	02
	14535	63	01
	14536	75	01
	14537	90	01
	14538	110	01

MANUAL TÉCNICO AMANCO PPR



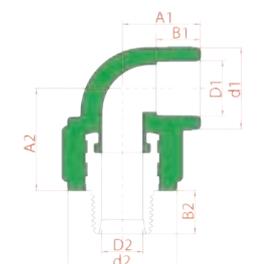
DN	D1	D2	d1	d2	A1	A2	B1
20	19,2	13,2	28	20	25,4	32	15
25	24,2	16,6	34	25	29	36,5	16,5
32	31,1	21,2	43,3	32	34	44	18,5

**Joelho 90° F/M - PPR**



**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
14644	14641	20	10
14645	14642	25	10
14646	14643	32	10



DN	D1	D2	d1	d2	A1	A2	B1	B2
20x1/2	19	14	28	37	26,5	35	15	15
25x3/4	31,1	25	43,3	54	36	45	18,5	18
3x3/4	31,1	19	43,3	43,3	36	43	18,5	17
32x1	23,8	19	34	44	30,5	40	16,5	17

**Joelho 90° F/M - PPR com Inseto Metálico**

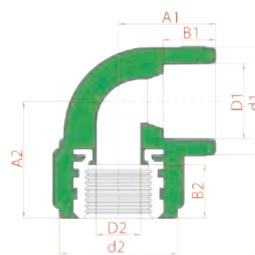


**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
13356	14230	20 x 1/2	10
13358	14231	25 x 3/4	10
14653	14654	32 x 3/4	05
14656	14655	32 x 1	05

## Código

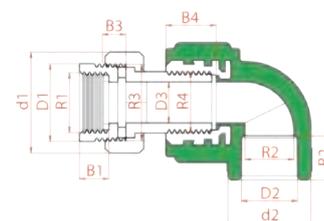
SCB	CCB	Bitola	Embal.
13350	14232	20 x 1/2	10
13352	14233	25 x 1/2	10
13354	14234	25 x 3/4	05
14491	14748	32 x 3/4	05
14492	14749	32 x 1	05

**Joelho 90° F/F - PPR**  
 com Inseto Metálico


DN	D1	D2	d1	d2	A1	A2	B1	B2
20x1/2	23,8	14	34	37	30,5	37	16,5	17
25x1/2	23,8	19	34	44	30,5	40	16,5	18
25x3/4	19	14	28	37	26,5	35	15	17
32x3/4	31,1	25	43,3	54	36	45	18,5	19
32x1	31,1	19	43,3	43,3	36	43	18,5	18

## Código

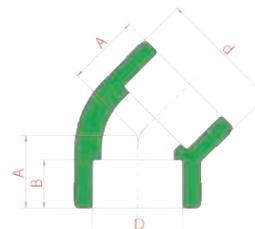
SCB	CCB	Bitola	Embal.
14718	14743	20 x 1/2	05
14719	14744	25 x 1	05
14720	14745	32 x 1 1/4	05

**Joelho 90°**  
 Porca Louca - PPR


DN	D2	R2	d2	D3	B2	B4	B3	B1	d1	D1	R4	R3	R1
20x1/2	20	16,5	28	14	15	17	10	10	34,5	26,5	RP1/2	RP3/4	1/2
25x1	25	19	34	19	16,5	16,3	11	-	38,1	-	RP3/4	RP1	-
32x1 1/4	32	25	43,3	25,4	18,5	19,1	12	-	47,6	-	RP1	RP1 1/4	-

## Código

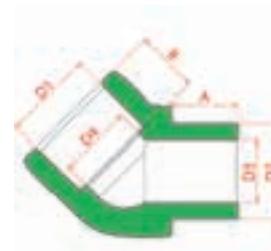
SCB	CCB	Bitola	Embal.
13282	14206	20	10
13284	14207	25	10
13285	14208	32	10
14651	14638	40	05
14652	14639	50	02
	14640	63	01
	14476	75	01
	14477	90	01
	14478	110	01

**Joelho 45° F/F - PPR**


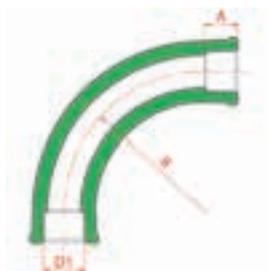
DN	D	d	A	B
20	19	28	20,5	15
25	23,8	34	23	16,5
32	30,7	43	26,5	18,5
40	39	54,1	31,5	21
50	48,9	67,5	36,5	24
63	61,9	85,1	43,5	28
75	74,3	101,2	54	31,5
90	89,3	121,2	62	36
110	109,4	148	72	42

## Código

SCB	CCB	Bitola	Embal.
14647	14530	20	10
14648	14531	25	10
14649	14532	32	10

**Joelho 45° F/M - PPR**


DN	D1	D2	D3	D4	B	A
20	20	20	13,2	15,4	15	16
25	25	25	16,6	19,6	16,5	17,5
32	32	32	21,2	25,2	18,5	19,5

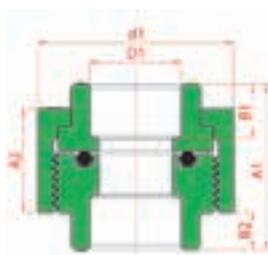


DN	D1	A	R
20	20	15	54
25	25	16,5	90
32	32	18,5	90

Curva 90° F/F - PPR



Código			
SCB	CCB	Bitola	Embal.
14603	14606	20	10
14604	14607	25	10
14605	14608	32	10

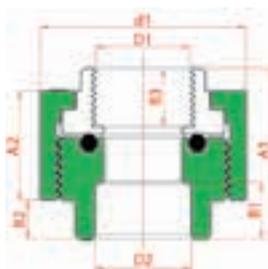


DN	D1	B1	d1	A1	B2	A2
20	20	15	46	44	9	27
25	25	17	55	53	12	32
32	32	19	56	56	13	35

União - PPR



Código			
SCB	CCB	Bitola	Embal.
13601	14731	20	05
13602	14732	25	05
13603	14733	32	05

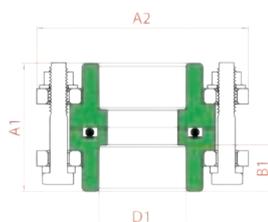


DN	D2	B1	d1	A1	B2	A2	D1	B3
20	20	15	46	43	9	27	1/2	15
25	25	17	55	50	12	32	3/4	16
32	32	19	66	55	13	35	1	19

União Mista - PPR



Código			
SCB	CCB	Bitola	Embal.
14708	14734	20 x 1/2	05
14709	14735	25 x 3/4	05
14710	14736	32 x 1	05



DN	D1	B1	A2	A1
40	40	21	95	58
50	50	24	108	64
63	63	28	131	70
75	75	32	155	82
90	90	36	177	95
110	110	42	210	112

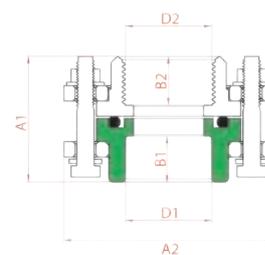
União Flangeada F/F - PPR



Código			
SCB	CCB	Bitola	Embal.
14746	14725	40	05
14747	14726	50	02
	14727	63	01
	14728	75	01
	14729	90	01
	14730	110	01

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
15429	15423	40 x 1 1/4	02
15430	15424	50 x 1 1/2	02
15425		63 x 2	01
15426		75 x 2 1/2	01
15427		90 x 3	01
15428		110 x 4	01

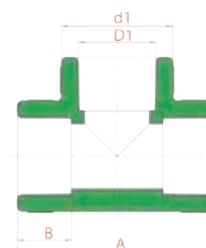
### União Mista Flangeada - PPR



DN	D1	B1	A2	A1	D2	B2
40x11/4	40	21	95	58	1,25	22
50x11/2	50	24	108	61	1,5	22
63x2	63	28	131	70	2	26
75x21/2	75	32	155	78	2,5	31
90x3	90	36	177	88	3	33
110x4	110	42	210	105	4	40

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
13289	14209	20	10
13320	14210	25	10
13321	14211	32	10
14547	14541	40	05
14548	14542	50	02
	14543	63	01
	14544	75	01
	14545	90	01
	14546	110	01

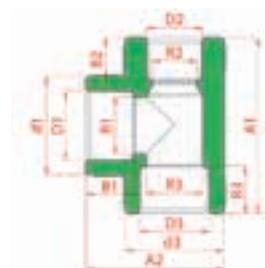
### Tê F/F/F - PPR



DN	D1	d1	A	B
20	19,2	28	53	15
25	23,8	34	61	16,5
32	30,7	43	72	18,5
40	39	54,1	86	21
50	48,9	67,5	102	24
63	61,9	85,1	124	28
75	74,3	101,2	148	31,5
90	89,3	121,2	174	36
110	109,4	148	208	42

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
14682	14676	25 x 25 x 20	10
14683	14677	32 x 32 x 20	05
14684	14678	20 x 20 x 25	10
14685	14679	32 x 32 x 25	05
14686	14680	20 x 20 x 32	05
14687	14681	25 x 25 x 32	05

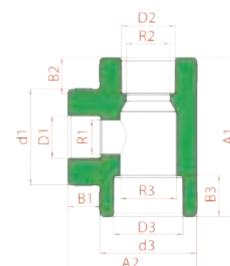
### Tê F/F/F - PPR de Redução Extrema



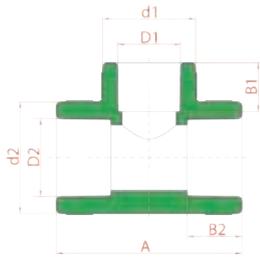
DN	d3	D3	R3	R2	D2	d1	D1	R1	A1	A2	B2	B1	B3
25x25x20	34	25	19,6	15,4	20	34	25	19,6	61	47,5	15	16,5	16,5
32x32x20	43,3	32	25,2	19	20	43,3	32	25,2	72	57,6	15	18,5	18,5
20x20x25	34	25	19,6	15,4	20	34	25	19,6	61	47,5	15	15	16,5
32x32x25	43,3	32	25,2	19,6	25	43,3	32	25,2	72	57,6	16,5	18,5	18,5
20x20x32	43,3	32	25,2	15,4	20	43,3	32	25,2	72	57,6	15	18,5	18,5
25x25x32	43,3	32	25,2	19,6	25	43,3	25	19,6	72	57,6	16,5	16,5	18,5

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
14688	14563	32 x 20 x 25	05
14689	14564	32 x 25 x 20	05

### Tê F/F/F - PPR de Redução Extrema e Central



DN	d3	D3	R3	R2	D2	d1	D1	R1	A1	A2	B2	B1	B3
32x20x25	43,3	32	25,2	19,6	25	43,3	20	15,4	72	57,6	16,5	15	18,5
32x25x20	43,3	32	25,2	15,4	20	43,3	25	19,6	72	57,6	15	16,5	18,5



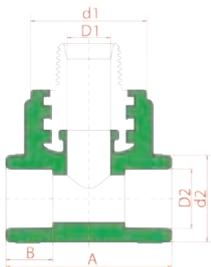
DN	D1	D2	d1	d2	A	B1	B2
25x20x25	19	23,8	28	34	56	15	16,5
32x20x32	19,2	31,1	28	43,3	60	15	18,5
32x25x32	23,8	30,7	34	43	65	16,5	18,5
40x25x40	24,2	39	34	54,1	70	16,5	21
40x32x40	31,1	39	43,3	54,1	77	18,5	21
50x25x50	24,2	48,9	34	67,5	76	16,5	24
50x32x50	31,1	48,9	43,3	67,5	83	18,5	24
50x40x50	39	48,9	54,1	67,5	92	21	24
63x40x63	39	61,9	54,1	85,1	100	21	28
63x50x63	48,9	61,9	67,5	85,1	110	24	28
75x50x75	48,9	74,3	67,5	101,2	117	24	31,5
75x63x75	61,9	74,3	85,1	101,2	131	28	31,5
90x63x90	61,9	89,3	85,1	121,2	140	28	36
90x75x90	74,3	89,3	101,2	121,2	157	31,5	36
110x75x110	74,3	109,4	101,2	148	169	31,5	42
110x90x110	89,3	109,4	121,2	148	186	36	42

**Tê F/F/F - PPR**  
de Redução Central



**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
13322	14212	25 x 20 x 25	10
14670	14549	32 x 20 x 32	05
13323	14213	32 x 25 x 32	05
14671	14550	40 x 25 x 40	05
14672	14551	40 x 32 x 40	05
14673	14552	50 x 25 x 50	02
14674	14553	50 x 32 x 50	02
14675	14554	50 x 40 x 50	02
	14555	63 x 40 x 63	01
	14556	63 x 50 x 63	01
	14557	75 x 50 x 75	01
	14558	75 x 63 x 75	01
	14559	90 x 63 x 90	01
	14560	90 x 75 x 90	01
	14561	110 x 75 x 110	01
	14562	110 x 90 x 110	01



DN	D1	D2	d1	d2	A	B
20x1/2	14	19,2	37	28	53	15
25x1/2	14	24,2	37	34	61	16,5
25x3/4	19	24,2	44	34	61	16,5
32x1/2	14	31,1	37	43,3	72	18,5
32x3/4	19	31,1	44	43,3	72	18,5
32x1	25	31,1	54	43,3	72	18,5

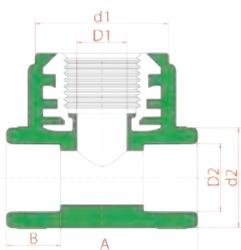
**Tê F/M/F - PPR**  
com Inserto Metálico Central



**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
14696	14750	20 x 1/2	10
14697	14751	25 x 1/2	10
14699	14752	25 x 3/4	10
14700	14753	32 x 1/2	05
14701	14754	32 x 3/4	05
14702	14755	32 x 1	05

**Tê F/F/F - PPR**  
com Inserto Metálico Central



DN	D1	D2	d1	d2	A	B
20x1/2	14	19,2	37	28	53	15
25x1/2	14	24,2	37	34	61	16,5
25x3/4	19	24,2	44	34	61	16,5
32x1/2	14	32,1	37	43,3	72	18,5
32x3/4	19	31,1	44	43,3	72	18,5
32x1	25	31,1	54	43,3	72	18,5

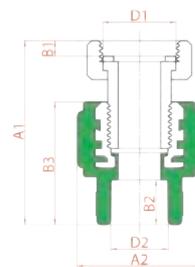


**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
14690	14565	20 x 1/2	10
14691	14566	25 x 1/2	10
14692	14567	25 x 3/4	10
14693	14568	32 x 1/2	05
14694	14569	32 x 3/4	05
14695	14570	32 x 1	05

## Código

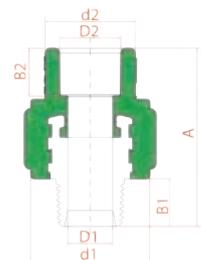
SCB	CCB	Bitola	Embal.
14715	14740	20 x 1/2	05
14716	14741	20 x 3/4	05
14717	14742	25 x 1	05

Adaptador  
Porca Louca - PPR

DN	D2	B2	A2	A1	B3	D1	B1
20x1/2	20	15	41	69	41	1/2	8
20x3/4	20	15	41	61	41	3/4	5
25x1	25	16,5	48	68	45	1	6

## Código

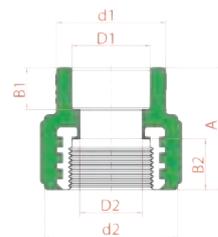
SCB	CCB	Bitola	Embal.
13330	14217	20 x 1/2	10
14488	14623	20 x 3/4	10
13332	14218	25 x 1/2	10
13334	14219	25 x 3/4	10
13338	14220	32 x 3/4	05
13336	14221	32 x 1	02
14706	14624	40 x 1 1/4	02
14707	14625	50 x 1 1/2	02
	14626	63 x 2	01
	14627	75 x 2 1/2	01
	14628	90 x 3	01
	14629	110 x 4	01

Adaptador de Transição  
F/M - PPR  
com Inserto Metálico

DN	D1	D2	d1	d2	A	B1	B2
20x1/2	19	14	28	37	56	15	15
20x3/4	19,2	15,4	28	44	62	15	17
25x1/2	23,8	14	34	44	60	16,5	15
25x3/4	23,8	19	34	44	62	16,5	17
32x3/4	30,7	25	43	54	68	18,5	17
32x1	30,7	19	43	54	67	18,5	18
40x11/4	39	31,7	54,1	66	81,5	21	20,5
50x11/2	48,9	37,8	67,5	73,1	84,5	24	20,5
63x2	61,9	48,6	85,1	90,1	98,8	28	25
75x21/2	74,3	59,5	101,2	110,2	115,7	31,5	40
90x3	89,3	74,3	121,2	130,6	127,3	36	42
110x4	109,4	98,5	148	167	149,3	42	47

## Código

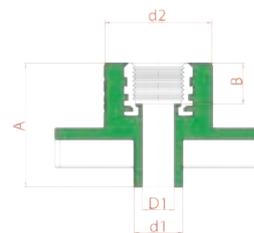
SCB	CCB	Bitola	Embal.
13340	14222	20 x 1/2	10
14489	14617	20 x 3/4	10
13342	14223	25 x 1/2	10
13344	14224	25 x 3/4	10
13348	14225	32 x 3/4	05
13346	14226	32 x 1	05
14704	14618	40 x 1 1/4	02
14705	14619	50 x 1 1/2	02
	14620	63 x 2	01
	14621	75 x 2 1/2	01
	14622	90 x 3	01

Adaptador de Transição  
F/F - PPR  
com Inserto Metálico

DN	D1	D2	d1	d2	A	B1	B2
20x1/2	19	14	28	37	41	15	17
20x3/4	19,2	15,4	28	44	45	15	18
25x1/2	23,8	14	34	44	45	16,5	17
25x3/4	23,8	19	34	44	45	16,5	18
32x3/4	30,7	25	43	54	50	18,5	19
32x1	30,7	19	43	54	50	18,5	18
40x11/4	39	31,7	54,1	66	61	21	25,4
50x11/2	48,9	37,1	67,5	73,1	64	24	25,4
63x2	61,9	48,1	85,1	90,1	73,8	28	29,2
75x21/2	74,3	57,4	101,2	110,2	75,7	31,5	24,2
90x3	89,3	73,2	121,2	130,6	85,3	36	27,3

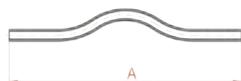
## Código

SCB	CCB	Bitola	Embal.
13620	14227	20 x 1/2	10
13622	14228	25 x 1/2	10
13624	14229	25 x 3/4	10

Adaptador de Transição  
M/F - PPR  
para Dry Wall

DN	D1	d1	d2	A	B
20x1/2	13,2	20	44	51,5	17
25x1/2	16,6	25	44	51,5	17
25x3/4	16,6	25	44	51,5	18

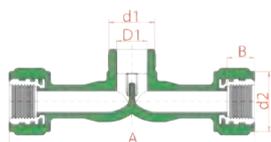
**Curva de Transposição PPR**



DN	A
20	390
25	390
32	390

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
90954	92349	20	10
90955	92350	25	10
90956	92351	32	10

**Misturador - PPR com Inseto Metálico F/F/F**

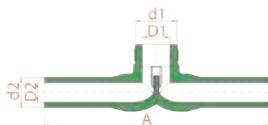


DN	D1	d1	d2	A	B
20x1/2	19	30,3	37	150	17
25x3/4	23,8	34	44	150	18

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
13563	14235	20 x 1/2	10
13566	14236	25 x 3/4	10

Padrão de roscas: Seguem a antiga NBR 6414, atual NM ISO7/Roscas macho cônicas/Roscas fêmea paralela.

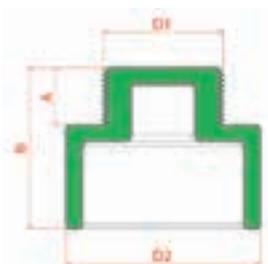
**Misturador - PPR F/M/M**



DN	D1	D2	d1	d2	A
20	19	13,2	28	20	150
25	23,8	16,6v	34	25	150

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
13562	14237	20	10
13565	14238	25	10

**Plug - PPR**

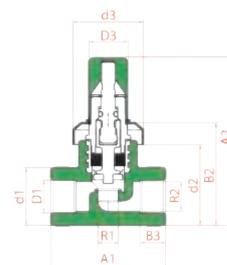


DN	D1	D2	A	B
1/2	1/2	38	13	36
3/4	3/4	43	13	36

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
	14721	1/2	01
	14722	3/4	01

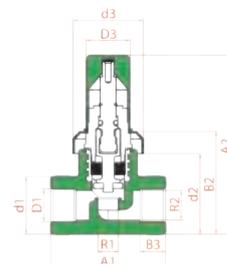
Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
	15593	20 mm acab. Deca	01
	15594	20 mm acab. Docol	01
	15595	20 mm acab. Fabrimar	01
	15596	25 mm acab. Deca	01
	15597	25 mm acab. Docol	01
	15598	25 mm acab. Fabrimar	01

## Registro de Pressão - PPR



DN	D1	D3	d3	d1	R1	R2	A2	A1	d2	B2	B3
20mm Deca	20	24,8	37,5	34	11,8	17,5	117,5	67	50,5	63,5	15
20mm Docol	20	25,4	41	34	11,8	17,5	105,4	67	47,4	60,4	15
20mm Fabrimar	20	22,6	41,5	34	11,8	17,5	98,6	67	47,6	60,6	15
25mm Deca	25	24,9	37	34	11,8	21,5	117,5	67	50,5	63,5	16,5
25mm Docol	25	25,5	41	34	11,8	21,5	105,4	67	47,4	60,4	16,5
25mm Fabrimar	25	22,6	41	34	11,8	21,5	98,6	67	47,6	60,6	16,5

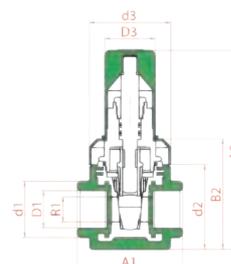
Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
	15599	20 mm acab. Deca	01
	15600	20 mm acab. Docol	01
	15601	20 m acab. Fabrimar	01
	15602	25 mm acab. Deca	01
	15603	25 mm acab. Docol	01
	15604	25 mm acab. Fabrimar	01

Registro de Pressão - PPR  
para Dry Wall

DN	D1	D3	d3	d1	R1	R2	A2	A1	d2	B2	B3
20mm Deca	20	24,8	37,5	34	11,8	17,5	117,5	67	50,5	63,5	15
20mm Docol	20	25,4	41	34	11,8	17,5	105,4	67	47,4	60,4	15
20mm Fabrimar	20	22,6	41,5	34	11,8	17,5	98,6	67	47,6	60,6	15
25mm Deca	25	24,9	37	34	11,8	21,5	117,5	67	50,5	63,5	16,5
25mm Docol	25	25,5	41	34	11,8	21,5	105,4	67	47,4	60,4	16,5
25mm Fabrimar	25	22,6	41	34	11,8	21,5	98,6	67	47,6	60,6	16,5

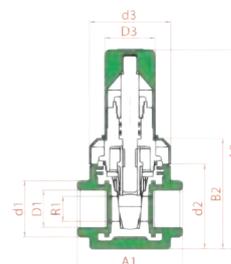
Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
	15587	20 mm acab. Deca	01
	15588	20 mm acab. Docol	01
	15589	20 mm acab. Fabrimar	01
	15590	25 mm acab. Deca	01
	15591	25 mm acab. Docol	01
	15592	25 mm acab. Fabrimar	01

## Registro de Gaveta - PPR

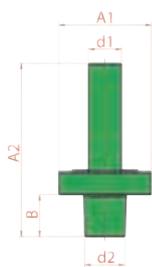


DN	D1	D3	d3	d1	R1	A2	A1	d2	B2
20mm Deca	20	24,9	41	28	12,7	113,7	53	46,5	68,1
20mm Docol	20	25,4	41	28	12,7	101	53	43	56
20mm Fabrimar	20	22,6	41	28	12,7	94,1	53	43,1	56,1
25mm Deca	25	24,9	41	34	19	126,3	61	59,1	80,8
25mm Docol	25	25,4	41	34	19	113,4	61	55,9	68,9
25mm Fabrimar	25	22,6	41	34	19	106,8	61	55,9	68,9

Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
	15580	20 mm acab. Deca	01
	15582	20 mm acab. Docol	01
	15583	20 mm acab. Fabrimar	01
	15584	25 mm acab. Deca	01
	15585	25 mm acab. Docol	01
	15586	25 mm acab. Fabrimar	01

Registro de Gaveta - PPR  
para Dry Wall

DN	D1	D3	d3	d1	R1	A2	A1	d2	B2
20mm Deca	20	24,9	41	28	12,7	113,7	53	46,5	68,1
20mm Docol	20	25,4	41	28	12,7	101	53	43	56
20mm Fabrimar	20	22,6	41	28	12,7	94,1	53	43,1	56,1
25mm Deca	25	24,9	41	34	19	126,3	61	59,1	80,8
25mm Docol	25	25,4	41	34	19	113,4	61	55,9	68,9
25mm Fabrimar	25	22,6	41	34	19	106,8	61	55,9	68,9



DN	d1	d2	A1	A2	B
8	7	8,5	19,5	37	9

**Tarugos PPR**  
para Reparos



**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
14757	14758	8 mm	10

Os Tarugos são específicos para os reparos das tubulações.

**Luva Eletrofusão**  
para Reparos em PPR\*



**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
	*91358	20	01
	*91359	25	01
	*91360	32	01

\*sob consulta

**Tesoura**  
para Tubos em PPR



**Código**

Tamanho	SCB	CCB	Bitola	Embal.
Pequena		90962	20-40	01
Grande		93687	50-63	01

**Corta Tubos**



**Código**

SCB	CCB	Bitola	Embal.
	94571	50-90	01

v	Tipo	Código			Embal.
		SCB	CCB	Bitola	
220	R 25		91976	20-25	01
220	R 63		91588	20-63	01
220	R 125		91977	75-110	01
110	R 63		93979	20-63	01

## Termofusor



v	Código			Embal.
	SCB	CCB	Bitola	
*110		90978	63-90	01
*220		91267	63-90	01
*220		92797	63-110	01

\*sob consulta

## Termofusor de Bancada



v	Código			Embal.
	SCB	CCB	Bitola	
		92801	63 x 20/25	01
		92802	75 x 20/25	01
		92803	75 x 32	01
		92804	90 x 20/25	01
		92805	90 x 32	01

## Bocal M/F Sela de Derivação PPR



v	Código			Embal.
	SCB	CCB	Bitola	
		92806	20/25	01
		92807	32	01

## Perfurador Sela de Derivação PPR



**Bocal M/F**



Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
	90965	20	01
	90966	25	01
	90967	32	01
	90968	40	01
	90969	50	01
	90970	63	01
	90971	75	01
	90972	90	01
	92814	110	01

**Bocal para Reparar Tubulação**



Código		Bitola	Embal.
SCB	CCB		
	90973	8 mm	01

**Eletrofusor para Luva Eletrofusão**



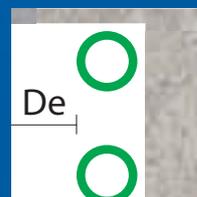
Código		Embal.
SCB	CCB	
	*90979	01

\*sob consulta

# Linha Amanco PPR

## 06

### Anexos



- 6.1 Testes Falcão Bauer

78

## 6.1 Testes Falcão Bauer - Ensaios

Os tubos Amanco PPR foram ensaiados pelo Laboratório Falcão Bauer, atendendo aos requisitos necessários para os usos descritos neste Manual.

**Tabela 29**

Nº Certificado	Data	Bitola ensaiada	Ensaio	Norma Referência
90890/1/04-MEC/A	27/09/2004	DN 25	Pressão interna	EN 12202-2 (tubos) EN 12202-3 (conexões)
90890/1/04-MEC	05/10/2004	DN 32	Pressão interna	EN 12202-2 (tubos) EN 12202-3 (conexões)
90889/2/04-MEC/A	27/09/2004	DN 75	Pressão interna	EN 12202-2 (tubos) EN 12202-3 (conexões)

Os resultados encontram-se na tabela a seguir:

**Tabela 30**

Bitola ensaiada	Resultado obtido
DN 25	<p><b>1ª etapa:</b> não apresentou vazamento com pressão de 64,7 bar, a 20° C, durante o prazo de 1 hora</p> <p><b>2ª etapa:</b> não apresentou vazamento com pressão de 75,0 bar, a 20° C, no prazo de 1 hora</p>
DN 32	<p>não apresentou vazamento com pressão de 15,43 bar, a 90° C, durante o prazo de 1010 horas</p>
DN 75	<p><b>1ª etapa:</b> não apresentou vazamento com pressão de 64,0 bar, a 20° C, durante o prazo de 1 hora</p> <p><b>2ª etapa:</b> não apresentou vazamento com pressão de 75,0 bar, a 20° C, no prazo de 1 hora</p>

## Bibliografia Consultada

- [1] [www.basell.com](http://www.basell.com)
- [2] [www.braskem.com.br](http://www.braskem.com.br)
- [3] [www.polibrasil.com.br](http://www.polibrasil.com.br)
- [4] [www.borealisgroup.com](http://www.borealisgroup.com)
- [5] A Influência da Elastoplasticidade da Tubulação na Celeridade de Propagação do Golpe de Ariete - Rodriguez, Regino Angel González - Tese de Doutorado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP)
- [6] Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais - Macintyre, Archibald Joseph - Livros Técnicos e Científicos
- [7] Ciência dos Polímeros - Canevarolo Jr, Sebastião V. - Artliber Editora
- [8] Introdução a Polímeros - Mano, Eloísa Biasotto & Mendes, Luis Cláudio - Editora Edgard Blucher
- [9] ISO 15874 - 1: 2003 - Plastics Piping System for Hot and Cold Water Installations - Polypropylene (PP)
- [10] Fenômenos de Transporte para Engenharia - Roma, Woodrow Nelson Lopes - Editora Rima
- [11] Fundações, Estruturas de Arrimo e Obras de Terra - Tschebotarioff, Gregory P. - McGraw-Hill
- [12] Hidráulica Básica - Porto, Rodrigo de Melo - Projeto REENGE
- [13] Manual de Hidráulica - Neto, José M. de Azevedo - Editora Edgard Blucher
- [14] NBR 5626:1998 - Instalação Predial de Água Fria
- [15] NBR 7128: 1993 - Projeto e Execução de Instalações Prediais de água Quente
- [16] NBR 10071: 1994 - Registro de pressão fabricado com corpo e castelo em ligas de cobre para instalações prediais
- [17] NBR 15526: 2007 - Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais - Projeto e execução
- [18] Os fundamentos da Física - Volume 3 - Eletricidade - Ramalho Junior, Francisco; dos Santos, José Ivan Cardoso; Ferraro, Nicolau Gilberto & Soares, Paulo Antônio de Toledo - Editora Moderna
- [19] Sites de fabricantes de tubulações de materiais metálicos e não metálicos e de isolantes térmicos



As informações técnicas contidas neste catálogo traduzem o conhecimento e a experiência acumulados através dos anos por nossos profissionais. Os conceitos descritos são meramente elucidativos e não representam nenhuma responsabilidade ou compromisso de nossa parte. Temos como objetivo fornecer esclarecimentos a nossos usuários de forma simplificada e não nos responsabilizamos por informações nem direitos de terceiros. Estamos abertos à sugestões sobre novas aplicações para nossos produtos.

Manual Técnico

# Linha Amanco PPR

Setembro/2010

| Manual Técnico Linha Amanco PPR para Condução de Água Quente e Fria

## Amanco Brasil Ltda.

Rua Barra Velha, 100 - Floresta  
CEP 89211-901 - Joinville - SC  
Tel.: 0800 701 8770

[www.amanco.com.br](http://www.amanco.com.br)

