



CONBRAVA
TENDÊNCIAS E IMPACTOS DO AVAC-RE NA QUALIDADE DE VIDA E SEGURANÇA DAS PESSOAS

**XVII CONBRAVA - CONGRESSO BRASILEIRO DE
REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADO, VENTILAÇÃO,
AQUECIMENTO E TRATAMENTO DO AR**

São Paulo Expo 23 à 25 de novembro de 2021

TERMOPLÁSTICOS: UMA NOVA REALIDADE PARA SISTEMAS DE AR CONDICIONADO CENTRAL

PAPER ID 19

RESUMO

O objetivo deste trabalho, é apresentar as vantagens e facilidades na utilização de tubos, conexões e válvulas termoplásticas industriais na condução de água industrial e água gelada para sistemas de ar condicionado central. Termoplásticos industriais como PVC-U sch 80 e CPVC sch 80, existem e são fabricados no Brasil há mais de 10 anos, e na Europa e Estados Unidos há mais de 60 anos, e ainda encontram resistência na sua aplicação no mercado nacional, muitas vezes pelo desconhecimento de sua existência, de seus benefícios e facilidades. Neste trabalho serão apresentados detalhadamente benefícios da aplicação de tubulações termoplásticas industriais, como ausência de problemas de incrustação e corrosão; menor perda de carga; menor peso de tubos facilitando a montagem com a utilização ferramentas e equipamentos mais leves; menor tempo para instalação e consequentemente menor custo. Inclui também dados técnicos relacionados a cálculos para dilatação térmica e soluções práticas de como trata-las, verificação da necessidade de utilização de isolamento térmico, tabelas de peso das tubulações; comparativo técnico de custos de materiais empregados para instalações utilizando tubos e conexões termoplásticas e metálicas.

Palavras-chave: PVC-U ; CPVC ; Termoplásticos ; Água gelada ; Refrigeração

1 Introdução:

Os primeiros usos dos termoplásticos datam ainda do século XIX. Em 1838, o francês Victor Regnault descobre a polimerização do Policloreto de Vinila (PVC) através da luz solar. Os primeiros tubos de PVC foram fabricados na Alemanha em 1934, sendo amplamente utilizados posteriormente, no transporte de água, esgotos., etc. Hoje, quase metade da produção do PVC é destinada à produção de tubos para aplicações residenciais e industriais.

Tubulações em PVC para aplicações industriais, como CPVC e PVC-U sch 80, existem na Europa e Estados Unidos a mais de 60 anos, contudo no Brasil, apenas a um pouco mais de uma década foi lançado o CPVC e a menos de 5 anos o PVC-U sch 80, e ainda encontram resistência na sua aplicação no mercado industrial, muitas vezes pelo desconhecimento do produto

O CPVC e PVC-U sch 80 industrial possuem características de fabricação e resistência mecânica muito similares, sendo a resistência à temperatura é a principal diferença entre elas. Tubulações em CPVC podem resistir a temperaturas até 90°C dependendo do fluido, enquanto tubulações em PVC-U sch 80 podem receber determinados fluidos com temperatura de até 60°C.

Para a aplicação em Sistemas de Ar Condicionado Central, na condução de água industrial proveniente das torres de resfriamento e água gelada proveniente dos chillers, o CPVC e PVC-U sch 80 tem sido uma excelente solução, pois estão imunes a problemas de corrosão e incrustações que as tubulações de aço carbono normalmente apresentam diminuindo a vida útil dos sistema como um todo, como serão apresentados no próximo item.

2 Tubulações de Aço no Sistema de Ar Condicionado Central

Os principais problemas verificados na aplicação de tubulações de aço carbono na condução de água industriais e água gelada nos sistemas de ar condicionado Central, estão relacionados a incrustações e corrosão.

Corrosão é a tendência natural dos metais retornarem ao seu estado mais estável, ou seja, na forma de óxidos e sais. A Incrustação é o aparecimento de depósitos nos circuitos devido aos sólidos em suspensão sais dissolvidos e características dos sistemas.

2.1 Corrosão

A corrosão está diretamente ligada a vida útil das tubulações e acessórios em aço carbono das instalações de água gelada e são dificilmente evitadas devido alguns fatores contribuem para sua ocorrência.

Fatores estes como a variações de temperatura, qualidade da água de make up (água de reposição do sistema), velocidade da água nas tubulações e tratamentos ineficientes, contribuem para o avanço da corrosão. Portanto a utilização de tubos, conexões e válvulas termoplásticas minimizam este efeito.

2.2 Incrustação

O mecanismo da incrustações se dá pela presença de agentes incrustantes na água como sais de Carbonato de Cálcio, Sulfato de Cálcio e Fosfatos de Cálcio e Zinco. Como para a corrosão, fatores como variações de temperatura nas superfícies de troca, baixas velocidades e qualidade da água de make up auxiliam e aceleram a formação de incrustações em todo o sistema.

A ocorrência de incrustações nas superfícies de troca térmica são responsáveis pela ineficiência térmica, por enquanto que incrustações no interior das tubulações são grandes responsáveis aumentam a perda de carga do sistema. Ambos problemas são os grandes vilões dos sistemas de ar condicionado central que podem evitados com a aplicação de tubos, conexões e válvulas em termoplásticos como PVC-U sch 80 e o CPVC.

3 Termoplásticos Industriais CPVC e PVC-U sch 80

Existem atualmente uma gama enorme de termoplásticos para a aplicação industrial, contudo este trabalho estamos dando ênfase aos termoplásticos CPVC e PVC-U sch 80 dado boas características de facilidade de instalação, aplicação e custos, bastante vantajosos para aplicação na distribuição de água industrial e gelada para Sistemas de Ar Condicionado Central. Abaixo apresentamos descrições técnicas destes termoplásticos:

CPVC significa policloreto de vinila clorado, e a principal diferença para o PVC é que, em sua fórmula, parte dos monômeros recebem moléculas de cloro adicionais, apresentando em sua estrutura uma presença maior de moléculas de cloro (Cl). Isso proporciona aos produtos fabricados a partir de seu material uma maior resistência a temperatura, com operação máxima de 93°C, alta resistência ao fogo, elevada resistência química, excelente performance para condução de fluidos corrosivos como ácidos, além de apresentar menor custo comparado a materiais para uso similar.

O **PVC-U**, é policloreto de vinila industrial, fabricado como o CPVC na norma sch 80 tem grande aplicabilidade na indústria, principalmente na área de refrigeração. Dentre as principais características, destacam-se o longo tempo de vida, o baixo peso, a facilidade de instalação, ótima resistência a corrosão, melhor custo benefício quando comparado a soluções metálicas e outros termoplásticos. Possui uma temperatura de operação máxima de 60°C.

3- Vantagens do CPVC e PVC-U sch 80 no Sistema de Ar Condicionado

O CPVC e PVC-U possuem vantagens técnicas e comerciais em sua aplicação as quais são descritas a seguir. São apresentados comparativos com a aplicação de outros tipos de tubulações e conexões em aço, ou mesmo com outros termoplásticos. Gráficos e cálculos justificam e demonstram as vantagens e benefícios na aplicação dos termoplásticos CPVC e PVC-U sch 80. Como principais vantagens em relação a aplicação de tubos em aço, podemos citar:

- Tubos e conexões mais leves
- Menor perda de carga
- Menor condutividade térmica
- Menor tempo para sua instalação

4.1 Sistema de Distribuição mais leve

Tanto como aspectos técnicos como comerciais, o peso das tubulações influenciam diretamente em uma instalação, levando em consideração desde sua aquisição até instalação. Logo de início podemos fazer uma comparação para fácil entendimento do que estamos falando. Vamos considerar a o peso de uma barra de 6 metros de aço carbono sch 40 comparado o peso de uma barra também de 6m, contudo PVC-U sch 80.

Barra 6 metros Aço Carbono tubo 4" sch 40 - Peso : 96,48 kg

Barra 6 metros PVC-U tubo 4" sch 80 - Peso : 25,44 kg

Só por esta diferença podemos verificar a facilidade de transporte do tubo, por exemplo do local de onde está armazenado até o local da instalação, a facilidade para a elevação destes tubos para o pipe rack, ferramentas necessárias para transporte elevação, tempo de execução destas tarefas e hora homem para cada uma destas operações aliadas a segurança operacional.

Dois homens levantariam uma barra 4" de PVC-U sch 80 para instalação em um Pipe Rack a 3m do chão, ao ponto que para uma barra de 4" em aço carbono, já exigiria no mínimo para se ter a mesma segurança operacional, a utilização de uma talha, tornando a tarefa bem mais demorada

No Gráfico 01 abaixo, apresenta o peso em kg de um metro de tubulação para diferentes diâmetros e materiais.

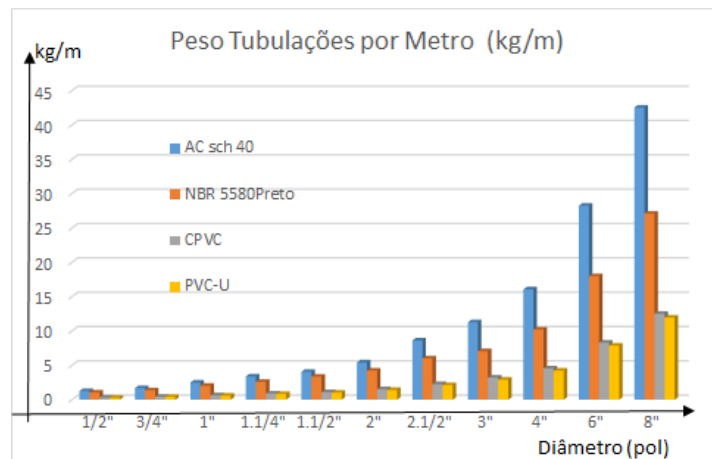


Gráfico 01

Outro aspecto importante, é lembrar que todo o sistema de suportação das tubulações também será bem mais leve, já que tubulaç e a serem suportadas serão mais leves. No caso de um Retro-Fit, não podemos nos esquecer, que em muitas vezes, a substituição de tubulações por questões de desgaste e vazamentos, precisamos instalar por completo um novo sistema e coloca-lo em operação paralelamente para depois desativar a tubulação a ser substituída. Muitas vezes tratam-se de construções mais antigas e suportação de novas tubulações podem necessitar um re-cáculo estrutural. Desta forma a aplicação de tubulações mais leves como as do CPVC e PVC-U sch 80 podem significar fator decisório na elaboração deste projeto.

Complementando ainda, podemos afirmar categoricamente que comercialmente, todas as vantagens acima relacionados impactam para menores custos de aquisição e execução, quando falamos na aplicação de tubulações e conexões termoplásticas

4.2 Menor Perda de Carga

A perda de carga na distribuição de água industrial e gelada no sistema de ar condicionado, está diretamente ligado na eficiência, economia e vida útil dos componentes do sistema como um todo, pois quanto maior a perda de carga maior serão as pressões e esforç os necessários para as bombas por exemplo, o que implica maior desgaste e consumo de energia.

No caso das tubulações termoplásticas em CPVC e PVC-U sch 80, apesar de possuírem uma espessura maior de parede de tubo, e conseqüentemente menor diâmetro interno do tubo em relação aos tubos de aço carbono sch 40 do mesmo diâmetro, contudo possuem uma rugosidade das paredes internas muito menor que nos tubos de aço carbono resultando conseqüentemente menor perda de carga.

No gráfico 02 abaixo apresentamos a diferença de perdas de carga em mca por 100 metros em três diferentes velocidades, genericamente para os tubos em aço carbono sch 40 e tubos PVC-U sch 80.

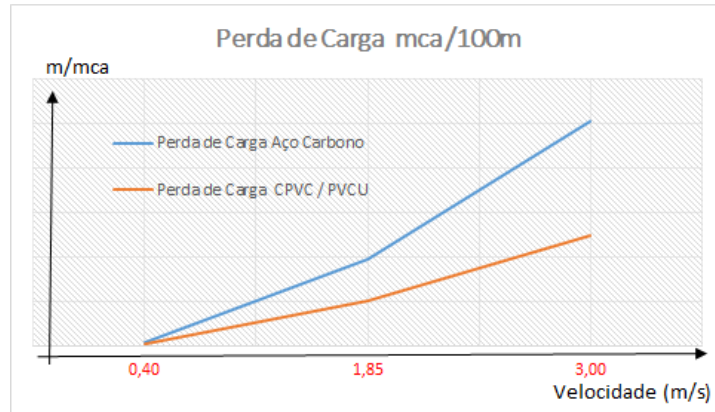


Gráfico 02

4.3 Menor Condutividade Térmica

De modo geral, os termoplásticos possuem uma condutividade térmica muito menor do que no aço carbono e cobre, podendo chegar a mais de 1000 vezes menor, ou seja, podem ser considerados como isolantes térmicos. Ainda mais para as tubulações de termoplásticos industriais PVC-U e CPVC que são fornecidos no mercado nacional na configuração Schedule 80 de espessura de parede, tornam-se ainda mais isolantes térmicos que as tubulações de aço carbono schedule 40 normalmente empregados.

Na tabela 01 abaixo apresentamos valores de condutividade térmica para diferentes materiais, e inclusive dos principais termoplásticos.

	Condutividade Térmica (entre 12oC e 30oC)	
	kcal/m.h.oC	W/ oK m
PP	0,18	0,21
PAD	0,30	0,35
PPR	0,20	0,23
CPVC	0,12	0,14
PVC-U	0,17	0,20
PVDF	0,09	0,11
Aço Carb.	45,00	52,00
Cobre	320,00	372,00

Tabela 01

Na prática, podemos dar o exemplo como apresentado na tabela 02, que a apresenta o quanto pode ser a resistência a transferência de calor para os tubos termoplásticos. Na tabela apresenta qual a temperatura média na superfície externa da parede de um tubo conforme a temperatura da superfície interna do tubo, de acordo com o material da tubulação, aço carbono ou PVC-U / CPVC.

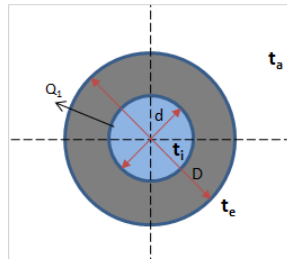
Temperatura Fluido interno oC	Temperatura Parede Tubo oC	
	Aço	CPVC / PVC-U
51,6	51,6	39,4
65,5	65,5	46,1
79,4	79,4	57,2
93,3	93,3	65,5

Tabela 02

No exercício a seguir, apresentamos através cálculo teórico a diferença da aplicação de tubulações de aço carbono e termoplástico como o PVC-U para uma condição, onde para a temperatura do ambiente é na média 30oC e a umidade relativa do ar de 70%, e conforme carta psicométrica do local de nosso exemplo, o ponto de orvalho é de 24oC, ou seja, quaisquer superfícies com temperatura abaixo desta temperatura, irá provocar condensação.

Portanto no nosso exercício, calculamos a temperatura externa de uma tubulação de aço carbono e de PVC-U para as mesmas condições e vamos verificar se haverá problema de condensação em ambos os casos:

4.3.1 Considerando tubulação de PVC-U :



Fluxo de calor que atravessa o Tubo

$$Q1 = \frac{2 * \pi * (ta - ti)}{\frac{1 * \ln (D/d)}{\lambda} + \frac{1}{\alpha * D/2}}$$

Equação 1

Q1	Fluxo de Calor	?	kcal/h
D	Diâmetro externo do tubo	0,168	m
d	Diâmetro interno do Tubo	0,146	m
α	Coefficiente Convecção livre do Ar	15	kcal / m ² h oC
λ	Condutividade Térmica do Tubo.	0,17	kcal / m h oC
ta	Temperatura Ambiente	30	oC
te	Temperatura externa do Tubo	?	oC
ti	Temperatura interna do Tubo	18	oC
to	Temperatura de Condensação	24	oC

to = Temperatura de Condensação do ar a 30oC e umidade relativa 70% = 24oC

α = coeficiente de convecção livre do ar de 7 -15 kcal/m²h.oC .

$$Q1 = \frac{2 * 3,1416 * (30 - 18)}{\frac{1 * \ln (0,168/0,146)}{40} + \frac{1}{15 * 0,168/2}} = 46,6 \text{ kcal/h}$$

Cálculo da temperatura externa considerando somente a condução do fluxo de calor pelo tubo:

$$Q1 = \frac{2 * \pi * (te - ti)}{\frac{1 * \ln (D/d)}{\lambda}}$$

Equação 2

$$46,6 = \frac{2 * 3,1416 * (te - 18)}{\frac{1 * \ln (0,168 / 0,146)}{40}}$$

$$te = 24,2 \text{ oc}$$

Ou seja, não haverá condensação e portanto não será necessário a utilização de isolamento térmico.

4.3.2 Considerando tubulação de Aço Carbono :

Demais dados iguais ao item anterior contudo a Condutividade Térmica do Tubo Aço $\lambda = 40 \text{ kcal / m.h.}^{\circ}\text{C}$

$$Q1 = \frac{2 * 3,1416 * (30 - 18)}{\frac{1 * \ln (0,168 / 0,146)}{40} + \frac{1}{15 * 0,168/2}} = 94,6 \text{ kcal/h}$$

equação 1

Cálculo da temperatura externa considerando somente a condução do fluxo de calor pelo tubo:

$$46,6 = \frac{2 * 3,1416 * (te - 18)}{\frac{1 * \ln (0,168 / 0,146)}{40}}$$

equação 2

$$te = 18,2 \text{ oC}$$

Ou seja, temperatura externa da superfície do tubo inferior a 24oC, e para que não haja condensação será necessário isolante térmico.

4.4 Menor Tempo de Instalação.

Uma dos grandes benefícios com a utilização dos tubulações é o tempo reduzido do tempo para a instalação em relação a utilização de tubulações de aço carbono. Em média esta redução de tempo de instalação é de 50%.

Fatores como o peso das tubulações, facilidade para a preparação, suportes mais leves e mais simples, ferramentas para transporte e içamento, instalações propriamente dito, contribuem para menor tempo de instalação. No gráfico abaixo (Gráfico 05), é apresentado

a comparação de para o tempo de instalação em homem hora dependendo do tipo de tubulação, considerando:

- Metros lineares considerado um número médio de trechos horizontais, verticais e mudanças de direção
- Transporte dos tubos e material para preparação das tubulações para a montagem e elevação dos tubos em Pipe Rack com 3 metros de altura.
- Não está considerado neste tempo, a fabricação dos suportes e instalação de válvulas e acessórios

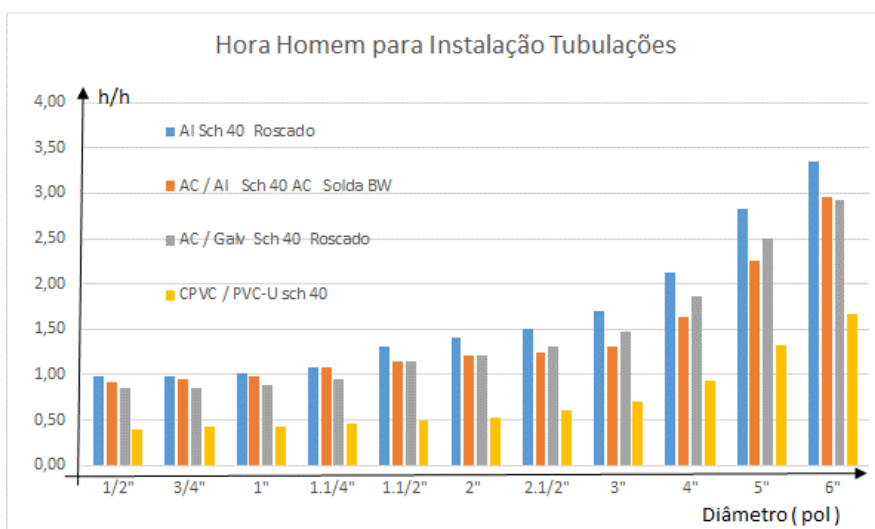


Gráfico 05

O menor tempo para realizar a instalação representa grande economia no valor final da obra, além de muitas vezes, ser fator principal de decisão do material a ser empregado na obra dado tempo máximo disponível para a realização do projeto.

5 Cuidados na Instalação do CPVC E PVC-U

Naturalmente como para outro qualquer material, a instalação de tubulações termoplásticas exigem procedimentos e alguns cuidados, a fim que se tenham melhor performance e vida útil da instalação. A seguir apresentamos algumas destes cuidados e procedimentos que devem ser sempre seguidos

5.1 Procedimento de Montagem

A forma de ligação entre os termoplásticos CPVC e PVC-U é através de solda química por adição de adesivo. Tubos são fornecidos de ponta a ponta e para uni-los é necessário uma luva. Conexões são fornecidas no formato bolsa para o encaixe das tubulações. A união entre tubos, luvas e conexões é por solda química que de modo geral é bastante fácil de realizar, contudo costumamos dizer que não é simples, pois exige seguir os procedimentos como apontamos a seguir conforme seguintes passos:

Corte reto:

Toda vez que precisar fazer um corte, deve-se fazê-lo o mais reto possível, pois lembre-se que o tubo sempre irá encaixar dentro de uma luva ou conexão, e se o corte da tubulação não estiver bem reto não encaixará na totalidade no fundo da bolsa da luva ou conexão, tornando-se um ponto frágil, com probabilidade de vazamentos e ruptura.

Biselar o tubo:

As luvas e conexões onde os tubos irão se encaixar para a solda são cônicas. Desta forma para auxiliar o perfeito encaixe e evitar que o tubo ao encaixar na bolsa arraste todo adesivo, é necessário biselar o tubo, que deverá ser de pequena inclinação na ordem de 15° a 30°.

Limpar e marcar profundidade no tubo:

No procedimento de solda química através de adesivo, há uma reação química onde é necessário que o adesivo e primer (composto que auxiliará o processo de solda) reajam perfeitamente com o CPVC e/ou PVC-U. Portanto a superfície onde ocorrerá a solda química deverá estar bem limpa, isenta de poeira, óleo e sujeira a fim que a reação química ocorra plenamente. Por isso recomenda-se antes de iniciar o processo de solda química propriamente dito, que o local seja bem limpo com álcool.

Deve ser anotado também a profundidade do tubo que irá encaixar na bolsa, por duas razões: Primeiro delimita a região onde deverão ser bem passados o primer e adesivo, evitando desperdícios ou regiões de solda sem adesivos; Segundo, facilita na operação de solda para saber se o tubo chegou no ponto dentro da bolsa que deveria chegar;

Passar Primer

O primer é uma solução bastante líquida que seca quase que imediatamente após ser passado, e é um composto para auxiliar o processo de solda química. Deve ser passado antes do adesivo no tubo e na conexão e seu objetivo é preparar o termoplástico para receber o adesivo. O primer queima a superfície e abre os poros do termoplástico para que o adesivo possa penetrar na estrutura do material para realizar a solda.

Passar Adesivo e Juntar

Depois de passado o primer, deve-se passar o adesivo. Ao contrário do primer, o adesivo é bem viscoso e também deve ser passado no tubo e conexão em toda região que acontecerá a solda, de maneira uniforme e que cubra toda a área. O adesivo penetra nas paredes do termoplástico e promove a fusão, fundindo a parede do tubo na conexão. Logo após passar o adesivo, de imediato, deve-se promover a junção das duas peças e ao chegar na posição inicialmente marcada, deve-se segurar por alguns segundos (por volta de 60 segundos para tubulações maiores de 2"), pois como dissemos nos itens anteriores, as conexões são cônicas e se soltarmos logo após o encaixe do tubo na bolsa, a conexão poderá expulsar o tubo para fora.

Após a realização da solda, recomenda-se um período de descanso de alguns minutos sem sofrer esforços a fim de não comprometer o processo de cura da solda, e o tempo de cura a fim de que se possa pressurizar a tubulação na pressão máxima de trabalho são apresentados na tabela a seguir.

Tempo recomendado para manipulação dos tubos e conexões após realização da solda CPVC e PVC-U

Temperaturas	Diâmetro dos tubos		
	1/2" a 1.1/4"	1.1/2" x 2"	2.1/2" x 8"
16oC a 38oC	2 min.	5 min.	30 min.
5oC a 16 oC	5 min.	5 min.	2 hora
-18oC a 5oC	10 min.	10 min.	12 horas

Tabela 03

Tempo recomendado de cura em Adesivo para tubos e conexões soldados CPVC e PVC-U

Variação de Temperaturas Período de Cura	Diâmetro dos tubos					
	1/2" a 1.1/4"		1.1/2" a 2"		2.1/2" a 8"	
	até 11,2 kgf/cm ²	11,2 até 26,0 kgf/cm ²	até 11,2 kgf/cm ²	11,2 até 22,1 kgf/cm ²	até 11,2 kgf/cm ²	11,2 até 22,1 kgf/cm ²
16oC a 38oC	15 min.	6 horas	30 min.	12 horas	1,5 horas	24 horas
5oC a 16 oC	20 min.	12 horas	45 min.	24 horas	4 horas	48 horas
-18oC a 5oC	30 min.	48 horas	1 hora	96 horas	72 horas	8 dias

Tabela 04

5.2 Suportação

Para a suportação de tubos termoplásticos deve-se ter um distanciamento menor do que o considerado para tubulações de em aço Carbono Sch 40, pois sua maleabilidade é diferente, e se considerarmos os mesmos distanciamentos, podemos ter a flexão do tubo e ocasionando entre outras consequências, pontos de tensão acumulada, maior perda de carga e uma aparência não muito boa da instalação.

Para as tubulações termoplásticas PVC-U e CPVC, deve-se considerar as distância máximas entre suportes, de acordo com a temperatura do fluido transportado e diâmetro da tubulação conforme tabela 05 abaixo.

Diâm.	Temperatura oC					
	20	38	49	60	71	80
1/2"	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,80
3/4"	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90
1"	1,25	1,18	1,15	1,12	1,09	1,05
1.1/4"	1,40	1,37	1,34	1,25	1,25	1,21
1.1/2"	1,52	1,46	1,43	1,34	1,34	1,30
2"	1,70	1,67	1,61	1,52	1,52	1,48
2.1/2"	1,98	1,92	1,85	1,73	1,73	1,68
3"	2,19	2,13	2,07	1,95	1,95	1,87
4"	2,53	2,46	2,37	2,25	2,25	2,15
6"	3,17	3,07	2,98	2,80	2,80	2,73

Tabela 05

De modo geral, sabe-se que serão mais pontos de suporte para as tubulações termoplásticas PVC-U e CPVC do que para tubulações de aço carbono sch 40, mas vale lembrar que, por causa do peso, estes suportes serão mais simples que os que devem ser empregados para tubulações de Aço Carbono sch 40

5.3 Dilatação Térmica

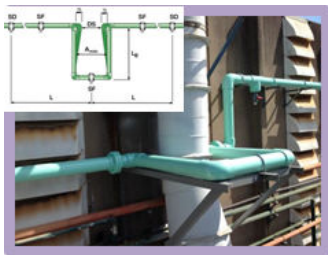
Coefficiente de dilatação térmica dos termoplásticos de modo geral são bem superiores que os do aço e outros metais, e portando tubulações termoplásticas dilatam mais e cuidados com a flexibilidade, suportação, pontos de fixação devem ser tomados como para tubulações de aço.

Na tabela 06 abaixo indicamos principais coeficientes de dilatação linear de alguns produtos

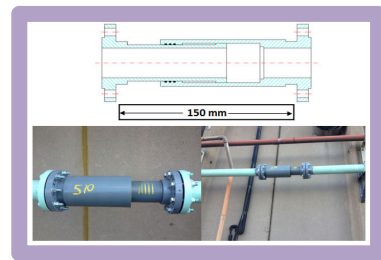
Coeficiente de Expansão Térmica Linear mm/oC m	
CPVC	0,0612
PVC-U	0,07
PPR	0,15
PBS	0,07
PEAD	0,06
Ferro	0,012
Cobre	0,016
Aço	0,014
Aço Inox	0,019

Tabela 06

Pontos de acúmulo de tensões aliados a temperatura mais elevadas diminuem a resistência dos termoplásticos, facilitando sua trinca e até mesmo a ruptura. Desta forma, em uma instalação com grandes distâncias e variações de temperatura, cuidados devem ser tomados, como adição de liras para absorção de dilatações e/ou juntas de expansão como figuras abaixo:



Liras de dilatação



Juntas de expansão

A definição de pontos para a fixação da tubulação são importantes, pois irão definir a flexibilidade das tubulações, bem como forçar os elementos como liras e juntas de expansão trabalhar. Costumamos informar que ideal é deixar as tubulações correrem solto sobre seus apoios e fixa-las somente nos pontos específicos. Para isso recomenda-se muitas vezes proteger os berços das tubulações com materiais mais maleáveis para permitir que elas corram sem danificar o tubo.

6 CONCLUSÃO:

Os termoplásticos tem evoluído tecnologicamente a ponto de substituir outros materiais como aço carbono e aço inox em tubulações para a condução de produtos químicos, soluções salinas e simplesmente a água na indústria e sistemas de refrigeração como Sistemas Central de Ar Condicionado.

A simplicidade de instalação dos termoplásticos, facilidade no manuseio e benefícios ligados a vida útil e eficiência do sistema, combinados com a redução dos custos de instalação, como apresentados neste relatório, tem contribuído para o avanço do PVC-U e CPVC no mercado de Ar Condicionado Central, ainda mais quando se fala em Retrofit destes sistemas, uma vez que a vida média dos sistemas existentes já ultrapassam os 20 anos.

7 BIBLIOGRAFIA:

- Manual das Boas Práticas - ABPE
Associação Brasileira de Tubos Poliolefinicos e Sistemas
Módulo 04 – Dimensionamento de Isolamento
- Catálogo Técnico Industrias
Tigre