

1993

**EQUIPAMENTOS PARA COLETA E RECUPERAÇÃO
DE REFRIGERANTES**

ARI Air-Conditioning and Refrigeration Institute

NORMA 740

IMPORTANTE

RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

É de suma importância que o produto seja projetado, construído, montado e instalado de acordo com recomendações de segurança nacionalmente reconhecidas, apropriadas para produtos cobertos por esta norma.

ARI, como uma associação comercial de fabricantes, se empenha no sentido de desenvolver normas que empreguem práticas industriais atualizadas e de uso generalizado na indústria. Entretanto, a ARI não certifica ou garante a segurança de nenhum produto, componente ou sistema projetado, testado, certificado ou operado de acordo com estas normas. Por outro lado, a ARI não garante que ensaios realizados segundo estas normas não sejam perigosos ou livres de riscos.

PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO ARI

Escopo do Programa de Certificação

O Programa de Certificação inclui equipamentos de coleta, de coleta/recuperação e de recuperação como definido na Seção 3, incluindo Equipamentos Dependentes da Instalação Frigorífica.

Classificação dos Certificados

As seguintes Certificações são cobertas pelos ensaios realizados nas condições estabelecidas na Seção 4.

- 1 Taxa de Coleta de Líquido
- 2 Taxa de Coleta de Vapor
- 3 Nível de Vácuo atingido
- 4 Taxa de Recuperação do Processo
- 5 Perda de Refrigerante devido aos Não Condensáveis
- 6 Particulados e Sólidos
- 7 Ions Cloreto
- 8 Umidade
- 9 Acidez
- 10 Não Condensáveis

PREÂMBULO

Esta norma se aplica a equipamentos para coleta e/ou recuperação de refrigerantes constituídos de uma única espécie química ou de misturas azeotrópicas e seus contaminantes, usuais nos sistemas de refrigeração. Ela não se aplica à coleta e/ou recuperação de refrigerantes provenientes de sistemas de condicionamento de ar ou de refrigeração ou ainda de tanques de armazenamento onde exista mistura de refrigerantes. Como regra geral, não existe tecnologia para a separação de refrigerantes através de equipamentos de coleta e/ou recuperação. A norma não permite a certificação do equipamento quanto à sua capacidade de remoção do refrigerante recuperado de outros refrigerantes ou gases condensáveis. É de inteira responsabilidade do operador do equipamento identificar situações onde existam outros gases condensáveis e resolvê-las de forma apropriada.

EQUIPAMENTOS PARA COLETA/RECUPERAÇÃO DE REFRIGERANTES

Seção 1 *Objetivos*

- 1.1** *Objetivos.* Esta norma tem por objetivo propor métodos de ensaio e exigências para certificação e avaliação do desempenho de equipamentos para coleta e/ou recuperação de refrigerantes, além das condições que devem satisfazer os equipamentos em geral (aqui chamados de "equipamento") quanto a níveis de contaminação ou de limpeza, capacidade, rapidez e perdas resultantes de purgas, com o fim de minimizar a emissão de determinados refrigerantes para a atmosfera.
- 1.1.1** Esta norma é indicada como orientação para a indústria, incluindo fabricantes, recuperadores de refrigerante, "repackers", distribuidores, instaladores, mecânicos, e consumidores.
- 1.1.2** Esta norma não é indicada na definição dos níveis máximos de contaminantes em refrigerantes recuperados para distintas aplicações.
- 1.2** *Revisão e Emenda.* Esta norma está sujeita a revisões e emendas à medida que novas tecnologias forem desenvolvidas.

Seção 2 *Escopo*

- 2.1** *Escopo.* Esta norma estabelece as exigências dos equipamentos e dos aparelhos para ensaios, técnicas de amostragem e análise para determinação do desempenho dos equipamentos de coleta e/ou recuperação de refrigerantes e misturas, incluindo-se, entre estes, R-11, R-12, R-22, R-113, R-114, R-123, R-134a, R-500, R-502 e R-503, de acordo com a Norma ANSI/ASHRAE 34-1992 "Number Designation of Refrigerants" (ASHRAE: "American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Inc.").

Seção 3 *Definições*

- 3.1** *Refrigerante Coletado.* Refrigerante removido de um sistema para armazenamento, recuperação, recuperação industrial ou transporte.
- 3.2** *Coletar.* Remover o refrigerante de uma instalação, em quaisquer das fases (líquido ou vapor) e armazená-lo em um recipiente externo sem ensaiá-lo ou processá-lo.
- 3.3** *Recuperar.* Remover contaminantes do refrigerante usado. O refrigerante deverá ser submetido a processos de separação de óleo e de remoção de não condensáveis, umidade, ácidos e materiais sólidos, pela passagem, em um ou múltiplos estágios, por dispositivos filtrantes tais como filtros secadores com núcleo descartável. Este termo geralmente se aplica à recuperação realizada no campo ou numa oficina de manutenção.
- 3.4** *Recuperar Industrialmente.* Recuperar o refrigerante de modo a satisfazer exigências de refrigerante novo, podendo envolver um processo de destilação. O procedimento exige a realização de análise química do refrigerante a fim de determinar se satisfaz as especificações. A identificação e nível de contaminantes, além das características de análise química, devem estar de acordo com o especificado na última edição da Norma ARI 700 "Specifications for Fluorocarbon and Other Refrigerants". Este termo geralmente implica na utilização de processos e procedimentos disponíveis somente em instalações de produção ou reprocessamento de refrigerantes.
- 3.5** *Amostra Padrão de Refrigerante Contaminado.* Uma mistura de refrigerante novo e/ou recuperado com quantidades específicas de contaminantes, representativo de

refrigerantes usados, constituindo a mistura processada pelo equipamento a ser ensaiado.

3.6 Método Empurra/Extraí ("Push/Pull"). Método de coleta de refrigerante líquido de um sistema de refrigeração através de mangueira (ou tubulação), entre a região ocupada pelo refrigerante líquido no sistema e o reservatório de armazenamento, como resultado da elevação da pressão no sistema e sua redução no reservatório.

3.7 Taxa de Recuperação. Quantidade de refrigerante (em libras ou kg) pelo tempo de processamento, em lb./min ou kg/min. Para equipamentos que fazem a recuperação em separado, a taxa de recuperação não inclui o processo de coleta. Para equipamentos que não fazem a recuperação em separado, a taxa de recuperação corresponde ao valor máximo entre as taxas de coleta de líquido e vapor que proporcionam a recuperação do refrigerante com níveis de contaminantes estabelecidos.

3.8 Classificação do Equipamento

3.8.1 Equipamento Independente. Um sistema de coleta ou recuperação capaz de extrair o refrigerante sem a assistência de componentes do sistema de ar condicionado ou refrigeração.

3.8.2 Equipamento Dependente. Equipamento de coleta que requer a assistência de componentes contidos no sistema de refrigeração ou ar condicionado.

3.9 "Deve"; "Deveria", "Recomendável" ou "É recomendável". "Deve"; "Deveria", "Recomendável" ou "É recomendável" deve ser interpretado da seguinte forma:

3.9.1 "Deve". "Deve" ou "Não Deve" tem sentido de obrigatoriedade, sempre que se declarar o produto como certificado de acordo com esta norma.

3.9.2 "Deveria", "Recomendável" ou "É recomendável". Usados para indicar especificações que, embora não sejam obrigatórias, são recomendadas como boa prática.

Seção 4 Especificações Gerais do Equipamento.

4.1 Informação sobre o Equipamento. O fabricante do equipamento deve fornecer instruções de operação, procedimentos de manutenção e informações sobre consertos e peças de reposição.

4.2 Reposição de Filtros. O equipamento deve trazer informações sobre a substituição dos filtro(s)/secador(es). Pode-se determinar a necessidade de substituição utilizando-se tanto um transdutor de umidade associado a uma lâmpada piloto como pela instalação de um visor de líquido com indicador de umidade, ou, ainda, por alguma medida da quantidade de refrigerante processado, através de um medidor de vazão ou de um temporizador. Instruções do tipo "Troque o filtro a cada 400 libras ou a cada 30 dias" não devem ser aceitáveis, exceto para equipamentos em sistemas de grande porte, onde a taxa de coleta do líquido seja superior a 25 lb./min [11,3Kg/min], para os quais o(s) filtro(s)/secador(es) deve(m) ser trocado(s) a cada coleta.

4.3 Purga de Não Condensáveis. O equipamento deve remover automaticamente os gases não condensáveis presentes no refrigerante ou alertar o operador, caso a sua concentração supere os limites estabelecidos. Embora processos de purga de ar estejam sujeitos às especificações desta seção, não se faz nenhuma exigência quanto à inclusão do processo de purga nos equipamentos de recuperação.

- 4.4 Limites para as Perdas.** A perda de refrigerante resultante da purga de não condensáveis não deve, superar 5% em massa da quantidade total de refrigerante coletado. (Ver 9.4)
- 4.5 Perdas por Difusão em Mangueiras.** As perdas por difusão em mangueiras não devem exceder 12 libras por pé quadrado de superfície interior [5,8g/cm²] por ano, à temperatura de 120°F [48,8°C], para um dado refrigerante.
- 4.6 Temperaturas.** O equipamento deve ser avaliado à temperatura de 75°F [24°C] de acordo com a **Seção 7.1**. As condições de operação consideradas normais variam de 50°F a 104°F [10°C a 40°C].
- 4.7 Exceções.** Equipamentos destinados exclusivamente à coleta estão isentos das **Seções 4.2 e 4.3**.

Seção 5 *Refrigerantes Contaminados*

- 5.1 Características da amostra.** A amostra padrão de refrigerante contaminado deve apresentar as características especificadas na Tabela 1, exceto os equipamentos considerados na **Seção 5.2**.
- 5.2 Ensaio exclusivo de coleta.** O equipamento de coleta não especificado quanto ao tipo de contaminante pode ser ensaiado com refrigerante novo ou recuperado.

Seção 6 *Aparelho de Ensaio*

- 6.1 Aparelho de Ensaio de Equipamento Independente.** O aparelho ilustrado na Figura 1 consiste de uma câmara de mistura de 3 pés cúbicos [0,085M³], de fundo cônico. Num caso geral, o tamanho da câmara depende da capacidade do equipamento. A saída no fundo cônico e todas as restrições e válvulas para linhas de refrigerante líquido e vapor devem apresentar um diâmetro interno mínimo de 0.375pol. [9,5mm] ou equivalente. O diâmetro interno mínimo para equipamentos de grande capacidade, para emprego em resfriadores de líquido ("chillers"), deve ser de 1,5pol. [38mm]. A câmara de mistura deve apresentar aberturas para introdução de refrigerante líquido, óleo e contaminantes. A mistura na câmara deve ser agitada por intermédio de uma bomba que retira refrigerante líquido do fundo e o bombeia até a conexão (abertura) de vapor na parte superior, através de tubulação externa. Devem ser previstas válvulas de isolamento para a bomba, como ilustrado na Figura 1. Métodos alternativos podem ser empregados para agitar a mistura, desde que se demonstre que sejam igualmente efetivos.
- 6.1.1 Extração de Líquido.** Abrir a válvula de líquido para alimentação de refrigerante líquido.

Tabela 1 Amostras Padrão de Refrigerante Contaminado.

	R-11	R-12	R-13	R-12	R-113	R-114	R-123	R-134a	R-500	R-502	R-503
Teor de umidade: ppm, base massa, referida ao Refrigerante Puro	100	80	30	200	100	85	100	200	200	200	30
Teor de Particulados: ppm, base massa, referida ao Refrigerante Puro Caracterizado por ¹	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Teor de Ácido: ppm, base massa, referida ao Refrigerante Puro (mg de KOH por kg de refrig.) Caracterizado por ²	500	100	N/D ³	500	400	200	500	100	100	100	N/D
Teor de óleo Mineral: %, base massa, referida ao Refrigerante Puro	20	5	N/D	5	20	20	20	5	5	5	N/D
Viscosidade (SUS)	300	150	-	300	300	300	300	150 ⁴	150	150	N/D
Teor de gases não condensáveis: % base volume	N/D	3	3	3	N/D	3	N/D	3	3	3	3

6.1.2 Extração de Vapor. Para alimentação de refrigerante na fase vapor, abrir a válvula de vapor, permitindo que o refrigerante circule por uma serpentina de evaporação. A vazão é controlada por uma válvula de expansão termostática de forma a, criar um superaquecimento de 5°F [2,8°C] a uma temperatura do evaporador de 70°F ± 3°F [24°C ± 2°C]. A serpentina ou outro evaporador deve ser dimensionada para o sistema de maior capacidade ou especificamente para cada sistema. Um método alternativo para extração na fase vapor é circular o refrigerante por um evaporador, utilizando uma válvula reguladora de pressão ajustada a uma pressão de saturação do refrigerante de 75°F ± 3°F [24°C ± 2°C].

6.2 Aparelho de Ensaio de Equipamentos Dependentes da Instalação Frigorífica. Este aparelho deve ser usado para equipamentos que dependem da instalação para a coleta de refrigerante, especificando as condições de vácuo que devem ser atingidas.

6.2.1 Aparelho de ensaio ilustrado na Figura 2 é constituído de um circuito frigorífico completo. O fabricante deve identificar os refrigerantes de ensaio. O aparelho pode ser modificado para facilitar a operação ou ensaio do equipamento dependente da instalação, caso as modificações introduzidas no aparelho forem descritas na literatura fornecida pelo fabricante. (Ver Figura 2). Uma linha de equilíbrio de ¼pol. (6,3mm) deve ser instalada no aparelho de ensaio, entre os lados de alta e baixa pressão com uma válvula de isolamento na conexão no lado de alta pressão, próximo à descarga do compressor. Deve-se instalar uma conexão de ¼pol. (6,3mm) com uma válvula na linha de equilíbrio, com o objetivo de medir o vácuo atingido no final do ensaio de coleta.

Seção 7 Ensaio de Desempenho

7.1 Generalidades

7.1.1 Temperatura. A remoção de contaminantes e o ensaio de desempenho devem ser realizados a 75°F ± 2°F [23,9°C ± 1,1°C].

¹ O particulado deve ser constituído de materiais inertes e satisfazer as especificações da Norma ASHRAE 63.2, "Method of Testing of Filtration Capacity of Refrigerant Liquid Line Filters and Filter Driers."

² O contaminante ácido deve constituir-se de 60% de ácido oleico e 40% de ácido clorídrico na base molar.

³ N/D: Não Disponível

⁴ O óleo deve ser à base de um éster sintético.

7.1.2 *Preparação do Equipamento.* O equipamento deve ser preparado para operação de acordo com o seu manual de instruções.

7.1.3 *Amostra Contaminada.* A amostra de refrigerante contaminado deve se constituir de uma quantidade não inferior à soma das quantidades necessárias nas etapas b e c abaixo.

- a) Uma amostra do líquido deve ser extraída da câmara de mistura antes do início do ensaio para verificar se o processo de mistura de contaminantes foi adequado.
- b) Se houver interesse na realização do ensaio com extração de vapor, este deve ser efetuado em primeiro lugar. A taxa de extração (coleta) de vapor deve ser medida uma vez atingidas condições permanentes no equipamento, com condições estáveis de temperatura de condensação e/ou pressão no reservatório de armazenamento. Um procedimento consistiria em começar a medir a taxa de coleta de vapor no instante em que a câmara de mistura contivesse 85% do refrigerante introduzido e estender o período de coleta por um tempo suficiente para atingir a precisão especificada na **Seção 9.2**
- c) Caso haja interesse na realização do ensaio com extração de líquido, este deve ser efetuado após o ensaio com extração de vapor. A taxa de coleta de refrigerante líquido deve ser medida uma vez atingidas condições estáveis no equipamento. Um procedimento consistiria em esperar 2 minutos após o início para começar a contar o tempo de coleta, a qual deve se estender por um período suficiente para atingir a precisão especificada na **Seção 9.1**. A operação de coleta de refrigerante líquido deve continuar como indicado na etapa d.
- d) A operação de coleta deve continuar até que todo o líquido tenha sido removido da câmara de mistura e o vapor remanescente tenha sido extraído, continuando o processo até que o equipamento seja desativado automática ou manualmente, de acordo com as instruções de operação.
- e) Uma vez coletada a primeira amostra de refrigerante contaminado, as válvulas de líquido e vapor devem ser fechadas e a pressão na câmara de mistura, registrada após 1 minuto, como à especificado na **Seção 9.5**. O processo de coleta pode continuar, após a preparação, de uma segunda amostra de refrigerante contaminado, até que o refrigerante no reservatório de armazenamento atinja 80% de sua capacidade. Uma vez concluída a recuperação do refrigerante e medida a taxa de recuperação, de acordo com a **Seção 7.1.4**, reservar o tanque de armazenamento para amostragem de vapor, de acordo com a **Seção 8.2.2**.

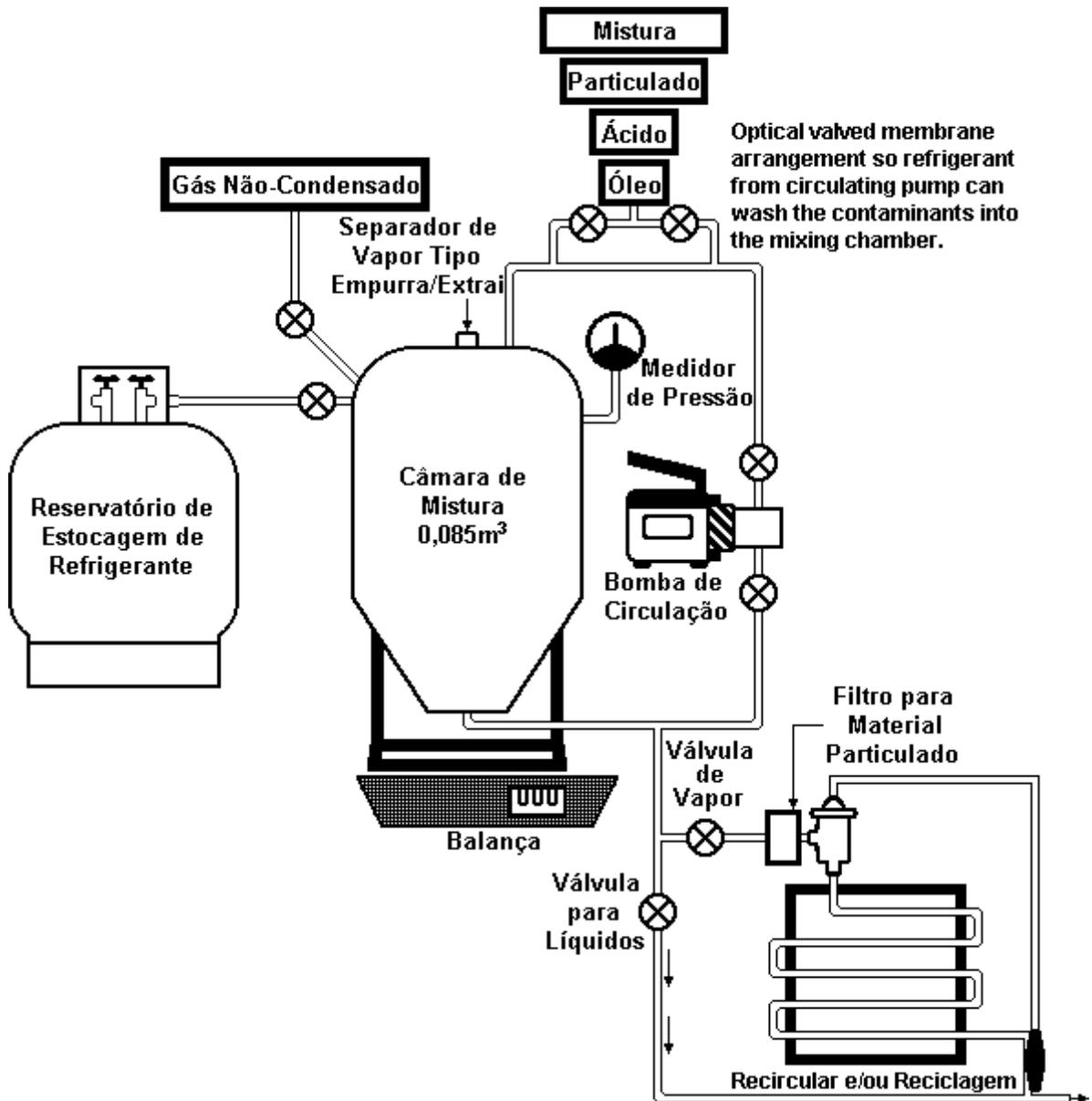


Figura 1 Aparelho de Ensaio para Equipamento Independente do Sistema

- f) São permitidas interrupções na operação do equipamento desde que previstas no manual de instruções.

Configuration of a standard air conditioning or refrigeration system for use as a test apparatus

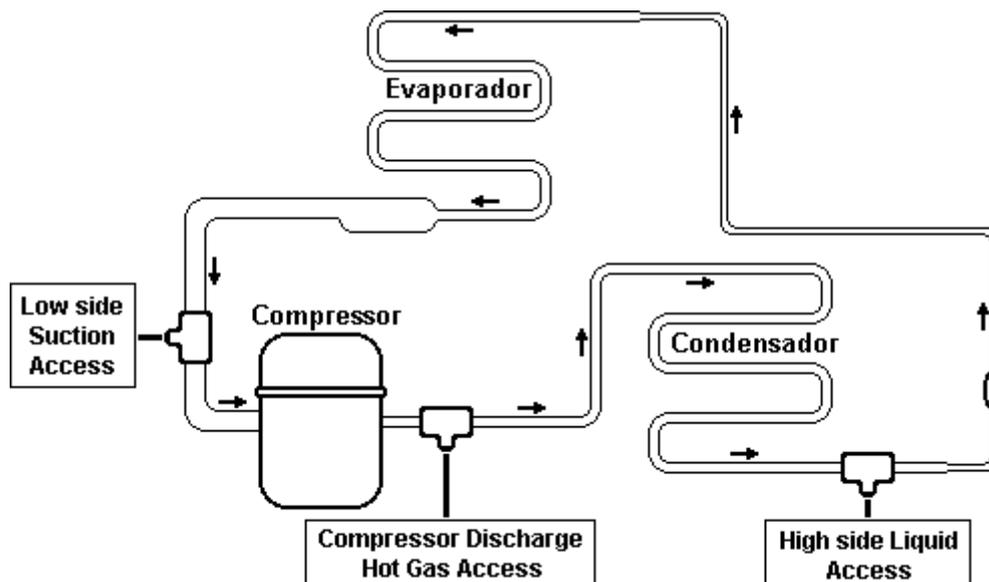


Figura 2 Aparelho de Ensaio para Equipamento Dependente do Sistema

7.1.4 Taxa de Recuperação. Efetuar a recuperação de acordo com o manual de instruções de operação do equipamento. Determinar a taxa de recuperação como especificado na **Seção 9.3**.

7.1.5 Troca do filtro. Repetir as etapas **7.1.3**, **7.1.3d** e **7.1.4** com amostra de refrigerante, contaminado até que o(s) indicador(es) do equipamento indiquem a necessidade de troca do(s) filtro(s). Não será necessário repetir o processo de determinação da taxa de recuperação descrita: na **Seção 7.1.4**.

a) Para equipamentos com estágios múltiplos de filtragem, analisar a composição no reservatório de armazenamento do estágio anterior.

b) Para equipamentos com estágio simples de filtragem, analisar a composição no reservatório de armazenamento utilizado.

7.1.6 Perdas por Purga. A perda de refrigerante resultante da purga de gases não condensáveis presentes no equipamento deve ser determinada utilizando procedimento adequado (Ver **Seção 9.4**).

7.2 Equipamentos Dependentes da Instalação. Este procedimento deve ser usado para equipamentos dependentes da instalação, tendo por objetivo a especificação do vácuo atingido. As taxas de coleta de refrigerante nos estados líquido e vapor e a taxa de recuperação não são determinadas nos equipamentos que dependem da instalação.

7.2.1 Temperatura. A operação do aparelho e o ensaio devem ser efetuados a $75^{\circ}\text{F} \pm 2^{\circ}\text{F}$ [$23,9^{\circ}\text{C} \pm 1,1^{\circ}\text{C}$].

7.2.2 Carga de Refrigerante. O aparelho de ensaio deve ser carregado com refrigerante de acordo com as especificações de projeto do sistema.

7.2.3 Vácuo na Coleta. Para a medida do vácuo atingido na coleta, como especificado na **Seção 9.5**, fechar, inicialmente, a válvula de isolamento da linha de equilíbrio e esperar 1 minuto para o equilíbrio da pressão. A seguir, ligar e operar o sistema de coleta, de acordo com as recomendações do fabricante. Uma vez concluída a evacuação, abrir a válvula de isolamento na linha de equilíbrio e medir a pressão na mesma.

Seção 8 *Métodos de Amostragem e Análise Química*

8.1 Métodos de ensaio. Os métodos de ensaio para distintos contaminantes são resumidos nos seguintes parágrafos. Procedimentos detalhados podem ser encontrados no Apêndice 93 da Norma ARI 700. Caso métodos de ensaios alternativos sejam empregados, o operador deve ser capaz de demonstrar que estes produzem resultados equivalentes.

8.2 Amostragem de Refrigerante

8.2.1 Cuidados na Amostragem. Cuidados especiais devem ser tomados para assegurar a obtenção de amostras representativas para análise. A amostragem deve ser realizada por pessoal treinado, de acordo com procedimentos padronizados e seguros.

8.2.2 Amostra de gás. Uma amostra da fase gás deve ser obtida para determinação da presença de não condensáveis. Como os gases não condensáveis se concentram na fase vapor do refrigerante, devem ser tomados os devidos cuidados para evitar a penetração de ar durante a transferência da amostra. A purga não é um procedimento recomendável para amostragem da fase gás, uma vez que pode induzir a infiltração de algum Produto estranho. Como os refrigerantes R-11, R-13 e R-123 apresentam pontos de ebulição normal iguais ou superiores à temperatura ambiente, a determinação da presença de não condensáveis não é necessária para esses refrigerantes.

a) O cilindro contendo a amostra deve ser ligado ao bulbo de amostragem, previamente evacuado, por intermédio de um coletor. O coletor deve apresentar uma disposição de válvulas que facilite a evacuação de todas as linhas ligadas ao bulbo de amostragem.

b) Uma vez evacuado o coletor, fechar a válvula da bomba de vácuo e abrir a válvula de amostragem, permitindo que a pressão se equilibre, fechando, a seguir às; válvulas.

8.2.3 Amostra de líquido. Uma amostra de líquido é necessária para a realização de todos os ensaios relacionados nesta norma, exceto aqueles para não condensáveis.

a) Introduzir um cilindro de amostras vazio, com a válvula aberta, em um forno a,23°F [110°C] durante 1 hora. Removê-lo, conectando-o imediatamente a um sistema de vácuo até atingir um nível inferior a 1mm de Hg (1000µm) de vácuo. Fechar a válvula e permitir que o reservatório se resfrie.

b) A válvula e as linhas da unidade da qual vai se extrair a amostra devem ser limpas e secas. Ligar a linha ao cilindro de amostras, permitindo antes uma purga. A seguir, apertar a conexão e obter uma amostra de refrigerante líquido, resfriando levemente o cilindro de amostras. Análises precisas exigem que o recipiente de amostras seja preenchido até, pelo menos, 60% de seu volume e sob nenhuma circunstância deve ser permitido que o enchimento do cilindro supere 80% do seu volume. O enchimento pode ser efetuado pesando-se o cilindro vazio e a seguir com o refrigerante. Quando a quantidade desejada de refrigerante for alcançada, fechar a válvula e desligar rapidamente o cilindro de amostras.

c) Verificar a ocorrência de vazamentos no cilindro de amostras e registrar o seu peso total.

8.3 Teor de umidade

8.3.1 Procedimento sugerido. O método de ensaio para a determinação do teor de umidade nos refrigerantes deve ser o da Titulação Colorimétrica de Karl Fisher, descrito no Apêndice 93 da Norma ARI 700. Esse método tanto pode ser usado para refrigerantes que se encontram no estado líquido quanto gás à temperatura

ambiente, inclusive os refrigerantes R-11 e R-113. A amostra para análise do teor de umidade deve ser retirada do recipiente na fase líquida. Uma operação adequada do método analítico requer equipamento especial e um operador experiente. A precisão dos resultados pode ser excelente se procedimentos adequados de amostragem e manuseio forem seguidos. Este método é adequado para análise do teor de umidade em refrigerantes contendo colorantes.

8.3.2 *Procedimento alternativo.* O procedimento de ensaio de Karl Fisher é aceitável na determinação do teor de umidade no refrigerante. Esse procedimento é descrito na Norma ASTM (American Society for Testing and Material, Philadelphia, PA) E700-79 "Water in Gases Using Karl Fisher Reagent", aprovado em 1984.

8.3.3 *Registrar os níveis de umidade em ppm, na base massa.*

8.4 *Cloretos.* O refrigerante deve ser ensaiado quanto à presença de cloretos, sendo estes uma indicação da presença de ácido clorídrico ou similares. O procedimento recomendado tem por objetivo o ensaio de refrigerantes novos ou recuperados. Quantidades significativas de óleo podem afetar os resultados, indicando a ausência de cloretos, embora estes possam estar presentes.

8.4.1 *Nível de Turvação.* O procedimento de ensaio deve ser o descrito no Apêndice 93 da Norma ARI 700. A amostra apresentará níveis de turvação significativos quando a concentração de cloretos for igual ou superior a 3ppm, na base massa.

8.4.2 *Resultados.* Os resultados do ensaio deverão ser apresentados como "Aprovado/Reprovado". Uma amostra somente será aprovada se não apresentar nenhum sinal de turvação.

8.5 *Acidez*

8.5.1 *Procedimento.* Os ensaios para a avaliação do teor de acidez envolvem a titulação para determinar a presença de qualquer composto que seja altamente solúvel em água e que se ionize como um ácido. O procedimento de ensaio deve ser o descrito no Apêndice 93 da Norma ARI 700. O ensaio pode não ser adequado para ácidos orgânicos de massa molecular elevada. A presença desses ácidos será determinada no ensaio para resíduos de alto ponto de ebulição, descrito na **Seção 8.6**. Para a realização do ensaio, são necessárias amostras de aproximadamente 100 a 200g, sendo o teor mínimo de HCl ou equivalente, para detecção, de 0,1ppm na base massa.

8.6 *Resíduos de alto ponto de ebulição*

8.6.1 *Procedimento.* O teor de resíduos de alto ponto de ebulição será determinado pela medida dos resíduos deixados na evaporação de um volume padrão de refrigerante. A amostra de refrigerante deve ser evaporada à temperatura ambiente ou a uma temperatura 50°F [27,8°C] superior ao ponto de ebulição da amostra, utilizando um tubo de Goetz, como especificado no Apêndice 93 da Norma ARI 700. Este procedimento detectará a presença de óleos e/ou ácidos orgânicos na amostra.

8.6.2 *Resultados.* O teor de resíduos de alto ponto de ebulição deve ser expresso em termos de fração volumétrica, [%].

8.7 *Particulado*

8.7.1 *Procedimento.* Uma quantidade conhecida de amostra deve ser evaporada em um tubo (bulbo) de Goetz em condições de temperatura controlada. A presença de particulado deve ser determinada por inspeção visual do tubo de Goetz, uma vez evaporada a amostra. A presença de sujeira, ferrugem ou outro tipo de resíduo

sólido deve ser registrada como "Reprovado". Maiores detalhes sobre o procedimento podem ser encontrados no Apêndice 93 da Norma ARI 700.

8.8 Não condensáveis

- 8.8.1 Amostra.** Uma amostra de vapor deve ser utilizada na determinação da presença de não-condensáveis. O principal componente dos gases não condensáveis é o ar, que se acumula na fase vapor do refrigerante nos reservatórios de armazenamento. A solubilidade do ar nos refrigerantes líquidos é muito pequena, sendo sua concentração praticamente desprezível. A presença de gases não-condensáveis é uma indicação de um processo inadequado de transferência de refrigerantes para reservatórios e cilindros de armazenamento.
- 8.8.2 Procedimento.** O procedimento de ensaio deve utilizar cromatografia de gás, com detetor de condutividade térmica, como descrito no Apêndice 93 da Norma ARI 700. Um procedimento de ensaio alternativo pode ser o especificado na "Federal Specification for Fluorocarbon Refrigerants", BB-F-1421B, **Seção 4.4.2**, de 5 de março de 1992 (Estados Unidos da América).
- 8.8.3 Resultados.** O teor de gases não-condensáveis deve ser expresso em fração volumétrica, [%].

Seção 9 Avaliação do Desempenho

- 9.1 Taxa de coleta de líquido.** A taxa de coleta de refrigerante líquido deve ser expressa em lbm./min [kg/min], sendo determinada pela relação entre a variação de peso da câmara de mistura (Figura 1) e o tempo decorrido. A precisão da medida deve ser de 0,02lbm./min [0,009kg/min]. O procedimento deve ser identificado, no caso de avaliações que utilizem o procedimento "Empurra/Extraí". O equipamento pode ser avaliado por ambos os métodos.
- 9.2 Taxa de coleta de vapor.** A taxa de coleta de refrigerante na fase vapor deve ser expressa em lbm./min [kg/min], sendo determinada pela relação entre a variação de peso da câmara de mistura (Figura .1) e o tempo decorrido. A precisão da medida deve ser de 0,02lbm./min [0,009kg/min].
- 9.3 Taxa de recuperação.** A taxa de recuperação, definida na **Seção 3.7**, deve ser expressa em lbm./min [kg/min] de vazão, devendo ser determinada de acordo com a norma ASHRAE 41.7-84, "Procedure for Fluid Measurements of Gases" ou a norma ASHRAE 41.8-89, "Standard Method of Flow of Fluids-Liquids".
- 9.3.1 Filtragem em estágios múltiplos.** Em equipamentos com filtragem em estágios múltiplos ou em seqüência independente, a taxa de recuperação deve ser determinada pela relação entre o peso, W , de refrigerante e o tempo necessário, T , para recuperá-lo. Quaisquer interrupções ou paradas para ajustes não devem ser incluídos no tempo T . A precisão das medidas deve ser de 0,02lbm./min [0,009kg/min].
- 9.3.2 Filtragem em estágio simples.** Caso nenhuma seqüência de recuperação em separado seja utilizada, a taxa de recuperação deve ser a maior entre as taxas de coleta de líquido e de vapor. A taxa de recuperação deve ser compatível com os resultados relativos ao teor de contaminantes, descritos na **Seção 9.6**. Nesse sentido, uma taxa de recuperação, obtida evitando-se um determinado dispositivo de filtragem, não pode ser considerada como tal, quando o teor de contaminantes, da **Seção 9.6**, for determinado pela passagem do refrigerante por aquele dispositivo.

- 9.4 Perdas por purga.** As perdas de refrigerante resultantes da purga de não-condensáveis devem ser inferiores a 5%. Caso essa especificação seja satisfeita., o resultado deve ser expresso como "Aprovado". Tais perdas serão referidas ao teor inicial. As perdas líquidas deverão ser determinadas por pesagem antes e depois da purga ou por um procedimento equivalente.
- 9.5 Vácuo na coleta.,** O vácuo final atingido durante a coleta deve corresponder à pressão da câmara de mistura, como especificado em **Seção 7.1.3e**, expressa em polegadas de mercúrio [mmHg ou kPa]. A precisão das medidas deve ser de $\pm 0,1$ pol. [$\pm 2,5$ mm de Hg], arredondando-se para o dígito inferior.
- 9.6 Teor de contaminantes.** O teor de contaminantes remanescentes após a conclusão do ensaio deve ser expresso como indicado a seguir:
- a) Teor de umidade, ppm, na base massa
 - b) Ions cloreto, aprovado/reprovado
 - c) Acidez, ppm, na base massa
 - d) Resíduos de alto ponto de ebulição, fração volumétrica, [%]
 - e) Particulado, aprovado/reprovado
 - f) Não-condensáveis, fração volumétrica, [%].
- 9.7 Manuais.** Especificações de desempenho, de acordo com as **Seções 9.1, 9.2, 9.3 e 9.5**, devem ser agrupadas e publicadas para todos os refrigerantes compatíveis com o equipamento (**Seção 11.2**), sujeitas às limitações especificadas na **Seção 9.8**, exceto o especificado na **Seção 11**. Sempre que o teor de contaminantes for especificado de acordo com a **Seção 9.6**, todos os itens daquela seção devem aparecer para todos os refrigerantes considerados, sujeitos às limitações da **Seção 9.8**. O tipo de equipamento, como referido na **Seção 11.1**, deve ser incluído. Especificações opcionais, de acordo com a **Seção 9.8**, não precisam ser publicadas.
- 9.8 Parâmetros de especificação.** As especificações devem incluir todos os parâmetros para cada refrigerante compatível com o equipamento, de acordo com a **Seção 11.2**, como ilustrado nas **Tabelas 2 e 3**.

Seção 10 Tolerâncias

- 10.1 Tolerâncias.** Todos os equipamentos ensaiados devem produzir teores de contaminação não superiores aos valores publicados. As taxas de coleta de líquido e vapor, o vácuo final atingido na coleta e a taxa de recuperação não devem ser inferiores aos valores publicados.

Seção 11 Etiquetas no produto

- 11.1 Tipo de equipamento.** O tipo de equipamento deve ser especificado como indicado a seguir:
- a) Somente coleta
 - b) Coleta, dependente da instalação
 - c) Coleta/recuperação
 - d) Somente recuperação
- 11.2 Refrigerantes compatíveis com o equipamento.** Além do refrigerante compatível com o equipamento, os seguintes parâmetros devem ser especificados:
- a) Taxa de coleta de líquido
 - b) Taxa de coleta de vapor

c) Vácuo final atingido na coleta

d) Taxa de recuperação

Seção 12 Conformidade voluntária

12.1 Conformidade. Embora voluntária, a conformidade com esta norma não deve ser referida ou sugerida para produtos ou equipamentos no âmbito do Objetivo (**Seção 1**) e Escopo (**Seção 2**), a menos que o equipamento satisfaça todas as especificações da norma.

Tabela 2 Desempenho

Parâmetro/Tipo de Equipamento	Coleta	Coleta/Recuperação	Recuperação	Equipamento dependente de instalação
Taxa de coleta de refrigerante líquido	*	*	N/D	N/D
Taxa de coleta de refrigerante vapor	*	*	N/D	N/D
Vácuo atingido no final da coleta	**	**	N/D	N/D
Taxa de recuperação	N/D	**	**	N/D
Perda de refrigerante resultante da purga de não-condensáveis	***	**	**	N/D

* No caso de uma unidade de coleta/recuperação, as especificações devem envolver extração de líquido somente, de vapor somente ou de ambos. Se somente uma for especificada, as outras devem ser indicadas como N/D (não disponíveis)

** Especificação obrigatória

*** Parâmetros opcionais em unidades de coleta. Caso não seja especificado, indicar N/D

Tabela 3 Contaminantes

Contaminante/Tipo de Equipamento	Coleta	Coleta/Recuperação	Recuperação	Equipamento dependente de instalação
Teor de umidade	*	x	x	N/D
Ions cloreto	*	x	x	N/D
Acidez	*	x	x	N/D
Resíduos de alto ponto de ebulição	*	x	x	N/D
Particulado	*	x	x	N/D
Não-condensáveis	*	x	x	N/D

* Parâmetros opcionais para equipamentos de coleta. Caso não seja especificado, indicar N/D

x Especificação obrigatória

APÊNDICE

PARTICULADO PARA UTILIZAÇÃO EM AMOSTRA PADRÃO DE REFRIGERANTE CONTAMINADO

A1 Especificação do particulado

A1.1 O material particulado deve ser constituído de 50% de poeira, passível de remoção por um filtro de ar limpo de malha grossa, e 50% de poeira peneirada por um filtro de tela, de mesh 200. O filtro de ar pode ser adquirido da seguinte companhia:

AC Spark Plug Division
General Motors Corporation
Flint, Michigan

A1.2 *Preparação do particulado.* O contaminante sólido é preparado misturando-se 50%, na base massa, de poeira tratada no filtro de ar, previamente submetida a processo de secagem em forno a 230°F (110°C), com o restante 50% de poeira peneirada na tela de 200 "mesh" (tamanho de partícula de 74µm). Esta pode ser obtida coletando uma porção de poeira na tela do filtro de 200 mesh e circulando água, ao mesmo tempo em que a poeira é agitada com os dedos. As partículas finas que passam pela peneira são desprezadas. As partículas remanescentes na peneira são, a seguir, removidas e introduzidas em um forno para secagem à temperatura de 230°F (110°C) durante uma hora.

A1.3 *Análise do tamanho do particulado.* A granulometria das partículas provenientes do filtro de ar e do particulado sólido para utilização na amostra padrão de refrigerante contaminado segue, aproximadamente, a distribuição de tamanhos indicada na **Tabela 4**, abaixo.

Tabela 4 Fração em massa (%) para distintas faixas de tamanho do particulado

Tamanho	Partículas do filtro de ar	Particulado final
0-5	12	6
5-10	12	6
10-20	14	7
20-40	23	11
40-80	30	32
80-200	9	38