Parte II — A gestão da rede de frio de imunobiológicos e seu processo de trabalho

Capítulo 7. Refrigeração e equipamentos da rede de frio

Alexandre Moreno Azevedo
Pedro Luiz da Silva Moura

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

AZEVEDO, A.M., and MOURA, P.L.S. Refrigeração e equipamentos da rede de frio. In: SILVA, M.N., and FLAUZINO, R.F., eds. *Rede de frio: gestão, especificidades e atividades* [online]. Rio de Janeiro: CDEAD/ENSP/EPSJV/Editora FIOCRUZ, 2017, pp. 147-173. ISBN: 978-65-5708-096-2. <https://doi.org/10.7476/9786557080962.0009>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

7. Refrigeração e equipamentos da rede de frio

Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura

Como vimos, os imunobiológicos têm sua potência e sua eficácia garantidas pela conservação em temperaturas ideais, preestabelecidas pelos órgãos competentes. Para a conservação desses produtos e de outros, o gelo é o elemento de escolha, sendo amplamente utilizado desde a Antiguidade. Em 1806, Frederick Tudor (1783-1864) iniciou o comércio de blocos de gelo retirados do rio Hudson, Nova York, vendendo-os a preços acessíveis à população, para serem utilizados na conservação de alimentos. Eles eram armazenados nas chamadas casas de gelo, que utilizavam a serragem como elemento térmico para a sua conservação.

O gelo era utilizado sem que se entendesse direito o porquê de ele ser capaz de conservar os alimentos. Foi o químico francês Louis Pasteur (1822-1895) quem demonstrou que alguns tipos de bactérias eram responsáveis pela deterioração dos alimentos, e que sua reprodução poderia ser impedida pela aplicação de baixa temperatura. Essa descoberta incentivou o desenvolvimento e a expansão da indústria de refrigeração, porque possibilitou a conservação dos alimentos durante um período de tempo maior. Com a descoberta de Louis Pasteur, o homem buscou processos que permitissem a obtenção artificial de gelo.

Foi a partir de 1834, nos Estados Unidos, que se desenvolveu o primeiro sistema mecânico (por ciclo de evaporação e condensação de fluidos) de fabricação de gelo artificial, patenteado por Jacob Perkins (1766-1894). Em 1859, o francês Ferdinand Carré (1824-1900) patenteou outro tipo de mecanismo para a fabricação do gelo artificial, baseado no princípio da absorção. Eram, portanto, dois processos diferentes.

O sistema mecânico por ciclo de evaporação e condensação de fluidos é apresentado mais adiante, neste capítulo.

Atualmente, inúmeros equipamentos utilizados no nosso dia a dia se beneficiam desses princípios de fabricação de gelo artificial, mantendo os produtos de consumo doméstico sob refrigeração e/ou congelados. No nosso cotidiano, vemos diversos equipamentos, como refrigeradores/câmara refrigerada, *freezers*, câmara frigorífica e outros. No que se refere à rede de frio, equipamentos como câmaras refrigeradas, *freezers* ou geladeiras domésticas são utilizados na conservação das vacinas, para manter suas propriedades e características imunogênicas.

Esses equipamentos são, portanto, essenciais na rede de frio, e seu funcionamento deve ser conhecido por todos os profissionais que atuam na área. Por isso, este capítulo apresenta alguns desses equipamentos, destacando a importância de se conhecer como funcionam, as formas de monitorá-los, além de demonstrar as especificidades de cada um para o seu aproveitamento máximo, com menor custo. Apresenta, também, o papel da manutenção preventiva e corretiva no aumento da vida útil dos equipamentos de refrigeração, de modo que tenham um bom funcionamento e, conseqüentemente, garantam a conservação e a preservação da qualidade do imunobiológico.

Princípios da gestão segura no armazenamento de vacinas

A rede de frio utiliza diversos equipamentos de refrigeração para conservação dos imunobiológicos, desde caminhão frigorífico até geladeira alimentada por energia solar. A escolha desses equipamentos é essencial para o bom funcionamento da rede.

Sabemos que as tecnologias para o armazenamento de vacinas estão evoluindo a cada dia, e a compra dos equipamentos para a rede de frio deve ser criteriosa e cuidadosa. Recomenda-se, então, que o gestor, antes de efetuar a compra, investigue sobre o equipamento que será adquirido, ou forneça informações à sua chefia imediata ou demais gestores, de modo que os produtos comprados atendam, de fato, às necessidades das ações de imunização, evitando custos e problemas desnecessários.

A ruptura da cadeia de frio, ou seja, quando a temperatura de armazenamento das vacinas está fora da faixa recomendada (de +2°C a +8°C), pode ocorrer em função de um problema no equipamento de refrigeração. Dessa forma, além dos cuidados na escolha das câmaras refrigeradas/refrigeradores, é necessário também adotar alguns **princípios para a gestão segura no armazenamento de vacinas**, que serão apresentados a seguir:

escolher/adquirir um refrigerador adequado para a armazenagem das vacinas;

designar um profissional habilitado/capacitado para ser responsável pela gestão das vacinas;

adotar políticas de capacitação permanente, assegurando que todas as pessoas envolvidas no transporte, armazenamento e na administração de vacinas estejam capacitadas na gestão de imunobiológicos;

realizar supervisão periódica nos equipamentos, atentando para a forma de armazenamento das vacinas;

elaborar protocolos/procedimento operacional-padrão (Pop) para armazenamento, remanejamento ou suspensão do uso de vacinas, conforme as recomendações do PNI;

realizar o monitoramento da temperatura dos refrigeradores de vacinas duas vezes ao dia, assegurando que os protocolos (Pop) estejam atualizados, especialmente nos casos de rotura da rede de frio ou de falha no fornecimento de energia-elétrica;

informar à chefia imediata temperaturas fora da faixa de +2°C a +8°C, adotando os procedimentos adequados conforme protocolos;

seguir as recomendações para o uso de bobinas de gelo reutilizáveis, caixas térmicas, refrigeradores e termômetros;

realizar o monitoramento e o ajuste do equipamento e demais instrumentos de verificação da temperatura, como *data logger*, termômetro, periodicamente;

realizar as manutenções preventiva e corretiva dos equipamentos, incluindo refrigerador e *data logger*, procedendo à troca das baterias do *data logger* e do termômetro;

verificar a precisão dos termômetros e realizar a calibração;

realizar a limpeza periódica do refrigerador conforme as recomendações e os protocolos da unidade e do PNI.

A adoção dos princípios minimiza, ou mesmo impede, a ocorrência de problemas na temperatura e conservação das vacinas, evitando o risco de se administrar uma vacina ineficaz. A seguir, discutiremos alguns desses princípios, buscando ampliar seus conhecimentos sobre equipamentos refrigeradores.

Para saber mais sobre limpeza periódica de refrigeradores na rede de frio, consulte o *Manual da rede de frio*, do PNI (BRASIL, 2013), disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_rede_frio4ed.pdf

O tamanho de um refrigerador deve ser dimensionado considerando as necessidades diárias e outras, como é o caso de campanhas, quando é necessário o acondicionamento de maiores volumes de imunobiológicos.

Aspectos a serem considerados quando da aquisição do refrigerador de vacinas

Ao adquirir uma câmara refrigerada/refrigerador para armazenar vacinas, o profissional/gestor deve, inicialmente, refletir sobre o valor do equipamento, relacionando custo-benefício, avaliando se o equipamento atenderá suas expectativas (capacidade X número de atendimentos), verificando o tamanho da câmara refrigerada/refrigerador, a dimensão e a estrutura física da sala onde será alocado, assegurando espaço em torno deste para circulação do ar, conforme recomendações do fabricante.

Além desses cuidados, o gestor ou especialista em rede de frio deve escolher uma câmara refrigerada/refrigerador que apresente algumas características fundamentais, em virtude da especificidade do produto a ser armazenado, tais como:

- * dispositivo, monitor/termômetro ou *logger* embutido para temperatura;
- * sistema de alarme, que possa identificar “porta aberta” e/ou permitir a notificação por discagem telefônica automática a alguém sobre qualquer problema no fornecimento de energia ou falha no equipamento, devendo ser escolhido o sistema de alarme que melhor se adeque às suas necessidades;
- * sistema de registro de temperatura embutido, que permita a leitura fácil da temperatura (máxima e mínima). Alguns sistemas de registro gráfico apresentam a possibilidade de serem colocados na parte inferior do gabinete do refrigerador.

O passo seguinte é atentar para os aspectos referentes ao fabricante. Nessa hora, algumas questões precisam ser respondidas, como:

- * Por quanto tempo o refrigerador permanecerá dentro da faixa de temperatura, no caso de falha na energia elétrica?
- * Quais diferenças os refrigeradores com portas tradicionais (sólidas) apresentam em relação às câmaras refrigeradas com portas de vidro, no que se refere à manutenção da temperatura?
- * O refrigerador terá necessidade de dispositivos que reforcem seu funcionamento, como alarmes, recursos de monitoramento da temperatura etc. Nesse caso, qual o custo adicional?
- * O custo com a assistência técnica inclui a manutenção e os reparos em áreas mais distantes (particularmente em áreas rurais etc.)?

- * Qual a duração da garantia e suas condições?
- * Qual é a eficiência energética do equipamento? Ele necessita de suporte de “massa fria” para ajudar na manutenção da temperatura interna, como garrafas com água resfriada?

Suportes de “massa fria” serão discutidos mais adiante neste capítulo.

O avanço da tecnologia tem permitido uma gama variada de refrigeradores, sejam domésticos ou câmaras refrigeradas. Existem vários tipos de refrigeradores domésticos no mercado, dispondo, cada um, de recursos que devem ser avaliados no momento de sua compra e, também, de seu uso.

De modo geral, os refrigeradores domésticos são os equipamentos utilizados nas atividades de imunização no nível local. Entretanto, não possuem precisão no controle da temperatura e, por isso, sua utilização tem sido paulatinamente reduzida, por orientação do PNI, em virtude da existência de outros equipamentos mais apropriados ao acondicionamento de vacinas. Considerando essa situação, tem sido recomendada a aquisição de câmaras refrigeradas, desenvolvidas especificamente para a conservação de imunobiológicos, e esses equipamentos devem ter registro na Anvisa.

Apesar da recomendação, o refrigerador doméstico ainda é muito presente e, por esse motivo, vale ressaltar alguns cuidados para os casos em que esse equipamento for usado para armazenagem das vacinas, de forma a reduzir o risco de alterações drásticas na manutenção da temperatura.

Inicialmente, o gestor ou especialista em rede de frio deve seguir as recomendações do PNI em relação à forma de acondicionamento e disposição das vacinas no refrigerador e conhecer as características principais do equipamento. Algumas questões, então, devem ser levantadas, como:

- * Onde estão localizadas as áreas frias e quentes no refrigerador?
- * Onde ocorre maior variação de temperatura da área de cima para baixo e da frente para o fundo?
- * Como são as oscilações da temperatura do refrigerador em clima muito quente ou muito frio? (Alguns refrigeradores domésticos se tornam mais quentes em clima mais quente e mais frio em climas mais frios, podendo também ocorrer o inverso.)

É fundamental, também, seguir as recomendações preconizadas pelo programa de imunizações para conservação e controle da temperatura dos imunobiológicos. Convém destacar alguns cuidados:

Mesmo que somente seja possível adquirir um refrigerador doméstico para armazenagem de imunobiológicos, as características das câmaras refrigeradas projetadas especificamente para acondicionar vacinas devem ser consideradas.

Refrigeradores projetados para bar, suscetíveis ao congelamento, ou com ciclo de degelo não devem ser utilizados para o acondicionamento de vacinas.

- * assegurar que o refrigerador tenha um termômetro de mínima/máxima e um mapa/livro de registro das temperaturas, e que o bulbo do termômetro possa ser colocado corretamente no interior do equipamento onde fica a vacina, de modo que informe a temperatura mais próxima possível da que a vacina se encontra, e não do recipiente de acondicionamento;
- * não encostar as vacinas nas paredes do refrigerador ou próximo às entradas de ar frio, pois há risco de congelamento;
- * usar garrafas com água colorida nas portas, deixando espaço de ar entre elas;
- * colocar garrafas com água ou bobinas de gelo na parte de baixo do refrigerador.

Contribuindo para a manutenção da temperatura do refrigerador

O uso de garrafas com água resfriada auxilia a estabilizar a temperatura, no interior do refrigerador, pelo aumento da “massa fria”, reduzindo os períodos de aquecimento quando o equipamento é aberto, ou retardando o aquecimento quando ocorre interrupção da energia elétrica ou falha no refrigerador.

Para evitar que essa água seja consumida e, conseqüentemente, a massa fria seja retirada do refrigerador, recomenda-se colocar sal ou corantes para torná-la não potável. As garrafas devem ser rotuladas para informar o que contêm.

Outro cuidado é em relação ao congelamento das vacinas. Não é possível assegurar que as vacinas tenham sido congeladas usando apenas a observação da aparência física, pois o congelamento pode ter ocorrido mesmo que as vacinas ou garrafas com água estejam descongeladas no momento da observação. Essa aparência de “descongelada” não indica, necessariamente, que a temperatura do refrigerador não alcançou 0°C.

Para refletir

Que pontos positivos e negativos você identifica em relação às condições de armazenamento e à conservação de imunobiológicos em seu local de trabalho?

Considerando os aspectos mencionados para aquisição dos equipamentos de refrigeração, é importante entendermos os princípios envolvidos no seu funcionamento. Vamos conhecê-los?

O princípio de funcionamento e os componentes de um refrigerador

As câmaras refrigeradas/refrigeradores são aparelhos que funcionam continuamente, dia e noite, para manter a temperatura baixa, seguindo a calibragem determinada (por exemplo, câmara fria de 4°C ou de -20°C).

O princípio de funcionamento de uma câmara refrigerada/refrigerador é muito simples: ela usa a evaporação de um líquido refrigerante para absorver calor (calor latente). Para compreender melhor, vamos a um exemplo mais cotidiano: ao colocar água fria em sua pele, você normalmente sente um frescor. Isso porque a água troca calor com a pele e “rouba” calor, que a faz evaporar; quando evapora, levando calor consigo, cria a sensação de frio. O líquido refrigerante usado em uma geladeira evapora a uma temperatura mais baixa do que a do ponto de congelamento da água, que é de 0°C, nas condições normais de temperatura e pressão ambiente; ao evaporar, ele cria temperaturas baixas dentro da câmara refrigerada/refrigerador. Se você colocar o fluido refrigerante (líquido refrigerante) em sua pele, ele irá congelá-la enquanto evapora.

O sistema básico de funcionamento de uma câmara refrigerada/refrigerador apresentado, a seguir, é conhecido também como unidade selada (um sistema lacrado, em que somente o técnico ou o mecânico de refrigeração podem intervir, caso haja uma falha no funcionamento). Recebe esse nome porque seus componentes são ligados por tubos soldados, formando um circuito hermético e que tem por finalidade realizar o ciclo fundamental da refrigeração, ou seja, a retirada da energia térmica do interior da câmara refrigerada/refrigerador, transportando-a para seu trocador de calor externo (condensador). A Figura 1 demonstra como esse sistema básico é composto.

Figura 1 – Sistema básico de uma câmara refrigerada/refrigerador

Fonte: Adaptado de Embraco (2009).

A seguir, podemos ver como funciona e para que serve cada um dos componentes do refrigerador, já que demonstramos o mecanismo geral.

Compressor

É o dispositivo responsável pela sucção e compressão do fluido refrigerante, fazendo com que este circule por toda a unidade selada. É responsável, também, pelas transformações físicas (evaporação e condensação) para a realização da refrigeração. Os compressores, dispositivos eletromecânicos responsáveis pela transformação da energia elétrica em energia mecânica, estão localizados, geralmente, na parte inferior traseira da câmara de conservação, ligando-se aos outros componentes por tubos soldados. Os compressores possuem, em seu interior, óleo lubrificante para os componentes mecânicos, diminuindo o desgaste por atrito entre as partes mecânicas.

Foto 1 – Compressor

Foto: Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura (2016).

Os compressores são herméticos e constituídos por carcaça, sistema mecânico e sistema elétrico. Do lado de fora do compressor, existem quatro dispositivos elétricos. Abordaremos cada parte do compressor.

- * **Relé de partida:** responsável por fornecer energia adicional ao motor do compressor no instante da partida, visando vencer a inércia inicial do próprio motor.

Figura 2 – Relé de partida

Ilustração: Wagner Magalhães Paula

Fonte: Adaptado de Embraco (2009).

* **Protetor térmico ou de sobrecarga:** sua função principal é atuar como “anjo da guarda” do motor do compressor, evitando sua queima caso ocorra alguma falha que o obrigue a trabalhar para além dos limites para o qual foi projetado.

Figura 3 – Protetor térmico

Fonte: Embraco (2009).

* **Termostato:** dispositivo que regula temperatura. Ao identificar a temperatura elevada em relação à desejada, ele aciona o relé que liga o compressor, fazendo com que todo o sistema de refrigeração seja acionado para que a temperatura retorne ao preestabelecido. Quando atinge a temperatura preestabelecida, o compressor desliga, evitando o desperdício de energia elétrica.

Figura 4 – Termostato

Ilustração: Wagner Magalhães Paula (2016)
Fotos: Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura (2016).

- * **Capacitor:** tem por finalidade armazenar carga elétrica e descarregá-la para dar partida no compressor, que necessita de força adicional para funcionar. Esse dispositivo só é instalado em locais de baixa tensão.

Figura 5 – Capacitor

Fonte: Adaptado de Embraco (2009).

Condensador

Vale ressaltar que, na ausência do condensador na parte traseira do equipamento de refrigeração, o trabalhador saberá que o condensador estará entre o corpo de metal externo lateral e a placa de isolamento térmico, não sendo visível.

Outro componente da câmara refrigerada/refrigerador é o condensador, localizado na parte externa traseira na maioria dos equipamentos, conforme o representado na **Figura 1**. Em algumas câmaras refrigeradas/refrigeradores, dependendo do modelo, o condensador pode ser instalado, também, entre o corpo de metal externo lateral e a placa de isolamento térmico. O condensador da câmara refrigerada/refrigerador é fabricado com liga de aço cobreado, curvado em forma de serpentina, preso por chapas de aço.

O condensador que trabalha com a circulação natural do ar possui aletas que passam na tubulação com o fluido refrigerante. Essas aletas têm a função de aumentar a área de troca de calor do fluido refrigerante com o ar ambiente. Por isso nunca pendure nada na parte traseira da câmara refrigerada/refrigerador.

A função do condensador, independentemente do local da sua instalação, é sempre a mesma. Ele realiza mudança de fase do fluido refrigerante, ou seja, faz com que este passe de vapor para líquido, isto é, perca calor latente na mudança de estado para o ambiente, transformando-se em líquido. Para que isso ocorra, o condensador precisa de um meio para se resfriar, que permita a retirada de calor. Geralmente, o meio utilizado é o ar.

É importante lembrar que a câmara refrigerada/refrigerador de uso industrial ou comercial, por ser demasiadamente exigida e ter seu uso prolongado, necessita de ventilação

Foto 2 – Condensador

Foto: Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura (2016).

forçada (pequenos ventiladores), que atuam para retirar calor do condensador mais rapidamente. O esquema a seguir apresenta o funcionamento do condensador.

Figura 6 – Etapas de funcionamento do condensador

Podemos observar, na Figura 7, um esquema do **filtro secador**. Ele é fabricado em latão ou cobre, sua entrada é maior que a saída. É utilizado em câmara refrigerada/refrigerador e tem duas telas de malhas de níquel ou bronze; entre essas telas, há um dessecante, que tem a finalidade de remover a umidade residual da fabricação do fluido refrigerante, evitando que essa umidade entre no tubo capilar e

ocasiona entupimento. Esse dispositivo é instalado no final do condensador, na posição vertical, com a saída para baixo, possibilitando melhor filtragem.

Figura 7 – Filtro secador

Fonte: Portal da refrigeração (2008).

Foto 3 – Filtro secador

Foto: Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura (2016).

Tubo capilar

Outro componente do sistema básico de refrigeração da câmara refrigerada/refrigerador é o tubo capilar, feito de cobre, com diâmetro interno muito pequeno. Localiza-se entre a saída do condensador e a entrada do evaporador. Sua função é manter a diferença de pressão entre o lado de alta pressão do condensador e o de baixa pressão do evaporador, possibilitando a mudança de fase do fluido refrigerante de líquido para gasoso, no evaporador.

Foto 4 – Tubo capilar com filtro secador

Foto: Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura (2016).

Evaporador

Tem a função de possibilitar a transformação do fluido refrigerante do estado líquido para o gasoso, absorvendo, nessa mudança de fase, a energia térmica do interior da câmara refrigerada/refrigerador e reduzindo a temperatura dos materiais armazenados em seu interior. No refrigerador da sua casa, é provável que o evaporador esteja localizado na parte de cima, onde você congela os alimentos, tanto nos equipamentos de uma porta como no de duas portas. No entanto, hoje existem também refrigeradores em que o evaporador se localiza na parte inferior do equipamento.

Foto 5 – Evaporador

Foto: Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura (2016).

Descrição do processo de funcionamento dos componentes

Agora que já conhecemos as partes vedadas do sistema, podemos descrevê-lo. Todo o processo ocorre da seguinte forma:

- * O compressor suga do evaporador o fluido refrigerante, na forma de vapor, em baixas pressão e temperatura.
- * Em seguida, o compressor comprime o fluido refrigerante para o condensador; nesse momento, sua pressão e temperatura se elevam, o fluido refrigerante se condensa no condensador e troca calor com o ambiente.
- * Quando o fluido refrigerante sai do condensador, em estado líquido, passa pelo filtro secador e entra no tubo capilar, sofre atrito, em virtude do diâmetro reduzido do tubo capilar, e com isso sua pressão e temperatura diminuem.
- * O fluido refrigerante, ao sair do tubo capilar e ainda líquido, entra no evaporador que está com baixa pressão. O fluido refrigerante absorve calor, evapora e esfria (assim o evaporador realiza a sua função de resfriamento do equipamento), voltando a ser sugado pelo compressor, repetindo o ciclo.

Entendemos a base de funcionamento dos componentes de um refrigerador ou câmara refrigerada, mas um elemento muito utilizado nos equipamentos da rede de frio, geralmente manipulado de forma inadequada, é o termostato.

Qual é a função do termostato no sistema de refrigeração?

Trata-se de um dispositivo de controle automático de temperatura. Tem sua calibragem específica em cada câmara de conservação/refrigerador e pode ser instalado internamente no lado direito ou no console externo. Conforme as variações de temperatura, o termostato detecta se a temperatura da câmara refrigerada/refrigerador está no mínimo ou no máximo estipulados e arma ou desarma o compressor, em resposta. Isso permite o controle da temperatura interna no evaporador e a regulação manual da temperatura.

Todo sistema em que há troca de calor necessita de um tempo para alcançar o equilíbrio térmico; porém, levantamentos empíricos demonstram que é recomendável um tempo mínimo de dez minutos entre cada sessão, até que a temperatura atinja o valor desejado. Isso é de grande importância, pois o sistema requer um período de tempo para estabilizar a temperatura.

Manter o compressor ligado por mais tempo significa maior gasto de energia e maior desgaste para o equipamento.

Alguns modelos de refrigerador não permitem que seja trocada somente a gaxeta, em caso de defeito, sendo necessário trocar toda a porta. Para saber se o refrigerador permite ou não a troca da gaxeta apenas, deve-se verificar o número do modelo e consultar o site do fabricante, que fornece toda a informação necessária.

Para regular a temperatura, deve-se colocar um termômetro aferido e calibrado dentro da câmara de conservação/refrigerador, efetuando-se, a seguir, os ajustes do termostato, movendo-se o botão de regulação para mais (+) ou para menos (-), segundo a temperatura desejada. Esses ajustes devem ser realizados antes de o equipamento receber as vacinas.

A câmara refrigerada/refrigerador possui outra parte que necessita de cuidado especial: **as portas**. Elas possuem dobradiças, nas partes superior e inferior, que, ao longo do tempo, sofrem desgastes e necessitam ser trocadas. Em alguns casos, a simples inversão do lado em que a porta se abre já é o suficiente para que o equipamento volte a funcionar normalmente, reduzindo o custo e o tempo de manutenção.

As dobradiças com defeito causam um desnivelamento da porta. Esse defeito, quando ocorre, permite a entrada de ar quente no interior da câmara refrigerada/refrigerador, causando elevação da temperatura, formação excessiva de gelo e gotas d'água, além de forçar o compressor a ligar várias vezes para compensar a perda de refrigeração.

Outro componente da porta é a gaxeta, que é mais comumente conhecida como borracha da porta ou borracha de vedação. Os problemas causados na câmara refrigerada/refrigerador pelo desgaste da gaxeta são os mesmos provocados pelas dobradiças defeituosas; sua integridade é fundamental para evitar a saída de ar frio e a entrada de ar quente no interior da câmara refrigerada. Essa borracha é de fácil manutenção: ao apresentar desgaste, basta trocá-la, pois é de encaixe, em sua maioria, permitindo a retirada e colocação de nova borracha, facilmente.

Foto 6 – Botão de regulação do termostato

Foto: Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura (2016).

Câmara frigorífica negativa ou positiva

São ambientes construídos, na rede de frio, com a finalidade específica de armazenar grandes quantidades de imunobiológicos nas instâncias central e estadual, tanto em temperatura negativa como positiva.

A câmara frigorífica tem o seu princípio de funcionamento igual ao do das câmaras refrigeradas/refrigeradores; porém, todo o seu sistema hermético fica em local separado da câmara de armazenagem, em virtude do seu tamanho.

Essas câmaras têm contrato de manutenção terceirizada, com controle rígido de manutenção preventiva, além de possuírem alarmes de identificação de falhas automáticos, que acionam o(s) responsável(eis) pela manutenção via SMS ou outro sistema de comunicação remota. Também possui um gerador acionado automaticamente, em caso de falta de fornecimento de energia elétrica (BRASIL, 2013).

Todos os sistemas de refrigeração apresentados até o momento utilizam a energia elétrica para seu funcionamento. Entretanto, em virtude das diferenças regionais, culturais, econômicas etc. do nosso país, é importante aqui referenciar outra forma de refrigeração: a energia solar, apresentada a seguir.

Sistema de refrigeração fotovoltaico

Nos locais em que o fornecimento de energia elétrica inexistente ou é muito precário e irregular, caso típico de comunidades servidas por pequenos geradores locais ou regiões remotas, recomenda-se a utilização de sistemas de refrigeração autossuficiente. Na rede de frio, uti-

liza-se o sistema de refrigeração com energia gerada por células fotovoltaicas.

O sistema fotovoltaico é composto por um conjunto de células fotovoltaicas, o qual é capaz de fornecer energia elétrica a partir da luz solar. Esta é transformada em energia elétrica por painéis solares (célula fotovoltaica), criados especificamente para essa função.

Foto 7 – Sistema de refrigeração fotovoltaico

Foto: Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura (2016).

Células fotovoltaicas

São elementos capazes de converter energia luminosa (preferencialmente solar) em energia elétrica. Apresentam algumas vantagens em sua utilização, como:

- baixa necessidade de manutenção;
- ser uma fonte de energia ambientalmente limpa;
- possibilidade de utilização mesmo em localidades com precária infraestrutura.

Fonte: Freemages.com.

As células fotovoltaicas são feitas de material semicondutor. Ao absorver a luz, esse dispositivo produz uma pequena corrente elétrica, que pode ser aproveitada. Os semicondutores feitos de silício são os mais usados na construção de células fotovoltaicas, e sua eficiência em converter luz solar (que é branca) em eletricidade chega a 10%.

Funcionamento do sistema de refrigeração alimentado por células fotovoltaicas

Corrente alternada está presente em nossas casas, nas tomadas em que ligamos os nossos eletrodomésticos.

Corrente contínua é aquela presente nas pilhas, nas baterias, utilizadas em nossos celulares, carros, rádios.

O sistema dos refrigeradores/câmaras refrigeradas “comuns” é alimentado por energia elétrica de 127v (**corrente alternada**); já o sistema de refrigeração gerado por células fotovoltaicas é alimentado por energia elétrica de 12v ou 24v (**corrente contínua**).

Assim, o sistema de refrigeração fotovoltaico consiste, basicamente, em um sistema de refrigeração convencional (visto anteriormente), no qual o circuito elétrico de corrente alternada (rede elétrica existente em nossas casas) é substituído por uma corrente contínua (12v a 24v), alimentado por um sistema fotovoltaico e armazenado em baterias.

■ Mas, e à noite, quando não há luz solar?

A fim de prover energia durante o período noturno, o excedente de energia gerado pelas células fotovoltaicas, não utilizado imediatamente pelo compressor, é armazenado em uma bateria. As baterias têm a capacidade de armazenar energia elétrica, que será utilizada em períodos de

falhas no fornecimento pela concessionária, ou durante traslado de câmaras de conservação portáteis de imunobiológicos.

As baterias do sistema de refrigeração fotovoltaico são as de chumbo ácidas, constituídas, basicamente, por placas de chumbo metálico (ânodo polo negativo), placas de óxido de chumbo (cátodo polo positivo); ambas as placas são imersas em uma solução (líquida) de ácido sulfúrico, ou em um gel pastoso (baterias seladas), e todo o conjunto é acondicionado em uma embalagem plástica.

Figura 8 – Constituição das baterias

O sistema fotovoltaico é composto basicamente por:

1. compressor com alimentação por corrente contínua;
2. bateria, cuja função é armazenar energia fornecida pela célula fotovoltaica durante o dia para, à noite, suprir o compressor da energia elétrica necessária para manter a temperatura dos imunobiológicos, evitando sua deterioração;
3. circuito regulador/controlador de carga, cujo objetivo é controlar tensões elétricas fornecidas à bateria e ao compressor;
4. célula fotovoltaica, elemento capaz de transformar energia luminosa do Sol em energia elétrica;
5. condensador, que passa o fluido refrigerante de seu estado gasoso para o líquido;
6. fusível, que protege o sistema contra eventuais sobrecargas;
7. painel de controle luminoso, que fornece informações visuais, conforme o manual do operador;
8. filtro secador;
9. tubo capilar.

Foto 8 – Refrigerador fotovoltaico

Foto: Alexandre Moreno Azevedo e Pedro Luiz da Silva Moura (2016).

Vimos que os refrigeradores ou os equipamentos de refrigeração são importantes aliados na conservação dos imunobiológicos, mas outros materiais também são utilizados com o mesmo propósito. São eles: caixas térmicas e monitores de registro de temperatura.

Caixas térmicas

Embora não possuam os mesmos elementos de um sistema de refrigeração, as caixas térmicas são bastante utilizadas nas atividades cotidianas de vacinação. Elas podem ser de dois tipos: de poliestireno e poliuretano.

Por sua baixa confiabilidade, precário controle de temperatura e ausência de registros das variações internas de temperatura, tem-se reco-

mendado que as caixas de poliestireno expandido (isopor) sejam substituídas pelas de poliuretano, já que estas são mais duráveis, resistentes e de fácil higienização (BRASIL, 2013).

Figura 9 – Câmara de conservação portátil

As caixas térmicas têm papel importante na manutenção da temperatura do imunobiológico, seja nas atividades diárias ou durante seu transporte. No entanto, atualmente, já existe alternativa para

substituí-las, em virtude dos problemas que podem apresentar. Está disponível no mercado brasileiro a **câmara de conservação portátil**, com registro na Anvisa, para transporte de termolábeis. Ela é dotada de controle e registradores adequados ao armazenamento de vacinas e possui bateria para falta de energia ou instabilidade na rede; alguns modelos podem ser ligados em veículos automotores com saída de 12 volts e/ou à rede elétrica convencional.

Lembre-se!

A escolha de quaisquer desses equipamentos dependerá da atividade a ser realizada, do tempo necessário para realização, do quantitativo dos imunobiológicos etc. Não podemos esquecer que a escolha também deve levar em conta o tipo de material, a densidade e especificidade, conforme já apresentado no capítulo anterior sobre termologia. Precisamos associar aqueles conhecimentos às informações sobre refrigeração para uma atuação consciente e calcada em bases técnicas sólidas.

Monitores de registro de temperatura para refrigeradores de vacinas

Além dos refrigeradores e derivados, outros equipamentos são utilizados na conservação dos imunobiológicos. Como mencionado anteriormente, os monitores de temperatura (*data loggers*) e os termômetros são importantes aliados para a manutenção, o monitoramento e o controle da temperatura dos imunobiológicos. Precisamos, assim como fizemos com os refrigeradores, conhecer a base de seu funcionamento e as principais características e recomendações durante sua utilização.

Data loggers

São pequenos dispositivos eletrônicos que mensuram as temperaturas em intervalos preestabelecidos, apresentando os resultados durante um período de tempo. Eles podem ter forma e tamanhos variados. Cada *data logger* contém uma miniatura de computador, devendo ser configurado e programado para registrar as temperaturas em intervalos de acordo com o que se deseja.

Alguns refrigeradores específicos para vacinas têm um *data logger* embutido, e seus registros devem ser realizados de acordo com as orientações do fabricante. Os *loggers* precisam ser programados por intermédio do computador. Uma vez programados, são desconectados do computador

e colocados no refrigerador de vacinas, onde funcionarão independentemente, com sua própria bateria, até que o registro seja baixado para o computador. O objetivo dos *loggers* é fornecer uma série ou um mapa das temperaturas do equipamento e das vacinas.

Avanços na tecnologia têm permitido a confecção de inúmeros tipos de *loggers*. Entretanto, todos fornecem informações básicas, como:

- * indicação precisa das temperaturas do refrigerador e das vacinas. Podem ser usados para mapear “pontos frios” ou investigar problemas, identificando as áreas seguras para o armazenamento de vacinas;
- * registro e armazenamento dos dados de temperatura para serem consultados oportunamente;
- * monitoramento da temperatura dos equipamentos e produtos;
- * identificação das áreas onde as vacinas podem congelar.

Atenção!

- As temperaturas mínima/máxima devem ser registradas duas vezes ao dia, de forma manual, independentemente do *data logger*, como forma de segurança e de detecção precoce de qualquer **rotura** na rede de frio.
- Caso o *data logger* seja usado para o monitoramento rotineiro das temperaturas, em lugar de um termômetro de mínimo-máxima, ele deve ter um *display* visual de temperaturas mínimo-máxima para permitir os registros em tempo real. Visando, também, à segurança das vacinas, os *data loggers* podem ser programados para acionar o alarme quando a temperatura estiver fora da faixa de +2°C a +8°C.

Considerações para aquisição dos *data loggers*

Antes de efetuar a compra de *data loggers*, assim como de qualquer outro equipamento, os profissionais da saúde ou gestores devem obter todas as informações a respeito do produto com os fabricantes. É importante que esteja claro o tipo de uso do *logger*, ou seja, se será usado como método permanente de monitoramento das temperaturas; se pode ser configurado para registros de temperatura em intervalos, conforme desejado; se é de fácil uso, especialmente em relação ao registro e ao *download* dos dados; se a temperatura corrente é visível; se tem *display* para visualização das temperaturas máxima e mínima etc.

A precisão do *logger*, bem como informações sobre a vida média da bateria são também importantes para a aquisição do monitor, pois permite

que o gestor obtenha um equipamento adequado às necessidades do serviço, evitando desgastes por mau uso e, conseqüentemente, gastos desnecessários. Recomenda-se *data logger* preciso, com variação máxima de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, e que sua precisão possa ser verificada pelo usuário, além do técnico. Esses são aspectos que devem ser considerados no momento da compra.

Termômetros

Os termômetros são, também, essenciais no monitoramento da temperatura de um refrigerador e do próprio imunobiológico. Requerem verificações anuais, para assegurar precisão em sua mensuração. Visando essa precisão, é importante verificar as baterias, evitando que fiquem descarregadas, e proceder à troca destas, quando necessário, ou, no mínimo, a cada 12 meses. Avaliar possíveis danos também no cabo extensor, em caso de termômetro digital, pode contribuir para a precisão do termômetro, uma vez que danos desse tipo podem afetar a leitura dos valores fornecidos pelo instrumento.

A precisão dos monitores de temperatura como *logger* e termômetros deve ser uma preocupação constante do especialista ou gestor da rede de frio. Em ambos, o grau aceitável de precisão deve variar entre $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, devendo ser sempre verificada com o fabricante a precisão esperada para aquele tipo de *logger* ou termômetro. Recomenda-se a verificação da precisão do termômetro após a troca da bateria ou em situações de problemas na rede de frio, conforme avaliação do gestor.

É fundamental que toda a equipe seja capacitada para o manuseio do *data logger* e para interpretação de seus registros, pois os dados fornecidos auxiliarão os profissionais da rede de frio ou da vacinação a conhecer o funcionamento de seus refrigeradores.

Aspectos a considerar na localização do refrigerador de vacinas

A escolha do refrigerador e o conhecimento sobre seu funcionamento, juntamente com uma equipe capacitada, são elos determinantes da eficiência na rede de frio. Além de conhecermos a base de funcionamento dos equipamentos, é preciso considerar as condições do ambiente em que serão instalados, uma vez que isso influenciará seu rendimento e funcionamento.

Vários aspectos devem ser considerados ao se instalar um refrigerador na sala de vacinas, e alguns já são bem conhecidos dos profissionais de saúde que atuam na imunização. O objetivo será sempre o mesmo: permitir que o refrigerador funcione adequadamente, com o mínimo possível de desgaste e em condições que permitam a manutenção da temperatura interna. É sempre recomendado que o refrigerador:

Os refrigeradores/câmaras refrigeradas necessitam de espaço livre dos lados e atrás deles para prevenir acúmulo de calor. Consulte o fabricante para conhecer as dimensões recomendadas.

- * seja instalado em locais fora do alcance da luz solar direta ou de lâmpadas incandescentes e que permitam a circulação do ar;
- * não fique encostado nas paredes da sala, para não estar em contato direto com as mudanças de temperatura do ambiente;
- * esteja localizado em áreas seguras, para reduzir riscos como: desligamento da tomada, abertura desnecessária da porta do refrigerador, locais/salas de grandes flutuações da temperatura ambiente (que podem afetar a temperatura do refrigerador) etc.

A desconexão acidental do refrigerador de sua fonte de energia pode causar dano à vacina, se não for notada imediatamente. Uma forma de evitar a situação é colocar um adesivo acima do interruptor e da tomada. Outro recurso que pode ser usado é um dispositivo que previna o desligamento de refrigeradores da fonte de energia. Qualquer que seja o recurso utilizado, o profissional deve estar atento a esses possíveis riscos, uma vez que as grandes perdas de vacinas estão relacionadas com falhas desse tipo.

Estabilização da temperatura do refrigerador de vacinas

O profissional de saúde da rede de frio ou de imunização é elemento essencial na manutenção da temperatura das vacinas. **Sua ação é decisiva!**

Por isso, a equipe deve estar familiarizada com o refrigerador de vacinas e registrar as temperaturas em várias seções do equipamento, como: cada prateleira, de cima a baixo, da frente para o fundo e de lado a lado. A estabilização do refrigerador antes da armazenagem das vacinas minimiza a probabilidade de elas serem expostas a variações de temperatura, que afetam a sua eficácia. É importante lembrar que, em alguns refrigeradores, a área mais fria é a prateleira de cima e, em outros, a frente da prateleira inferior. Por isso, o profissional deve ter atenção, pois os modelos de refrigeradores podem diferir de pontos ou áreas de maior ou menor frio, mesmo que sejam do mesmo fabricante.

A identificação dos “pontos frios” pode ser feita pelo monitoramento detalhado do refrigerador, por exemplo, colocando *data loggers* ou termômetros em todas as áreas do equipamento e observando as temperaturas diferentes, antes de usar o refrigerador para armazenar vacinas. Recomenda-se monitorar cada área por, pelo menos, 24 horas. Essa conduta permite capturar todas as flutuações que ocorram.

Dependendo do tipo e do número de monitores que se tenha na unidade, o monitoramento abrangente da temperatura pode levar algum tempo para ser concluído. Durante a avaliação dos “pontos frios”, indica-se usar uma “massa fria”, por exemplo, garrafas com água, imitando um lote de vacina, uma vez que os refrigeradores se comportam diferentemente quando estão vazios.

A verificação e o registro das temperaturas de um refrigerador de vacinas permitem que sejam identificados problemas ou falhas no funcionamento do equipamento e flutuações da temperatura ao longo da jornada de trabalho, evitando perdas de vacina ou de sua potência.

Estoque excessivo no refrigerador/câmara refrigerada coloca as vacinas em risco, impede a circulação do ar e reduz as possibilidades de se obter temperaturas estáveis.

Manutenção dos refrigeradores e equipamentos de armazenagem de vacinas

A maioria das falhas que ocorrem na câmara refrigerada/refrigerador tem, como consequência, variação da temperatura interna para mais ou para menos, o que alterará a conservação do que estiver em seu interior. O controle constante da temperatura interna, por meio de um termômetro, se faz necessário.

Atualmente, recomenda-se não só o uso do termômetro, mas também o de termorregistradores, que têm como principal característica registrar as variações de temperatura ao longo do tempo. Esses equipamentos indicam se o sistema de refrigeração apresenta alguma falha.

Ao apresentarem falhas, alguns componentes do sistema de refrigeração podem levar ao desligamento total da câmara refrigerada/refrigerador. Quando isso ocorre, em pouco tempo a temperatura se elevará em seu interior, inutilizando os imunobiológicos. Portanto, prevenir a ocorrência de falhas é o objetivo que devemos almejar.

- É importante lembrar que o gestor da rede de frio deve buscar sempre o auxílio do técnico para a resolução do problema. Isso não impede que o profissional usuário conheça o funcionamento dos equipamentos e de seus elementos.
- A manutenção adequada é outra forma de segurança do uso dos equipamentos.

Para saber mais sobre o uso do termômetro no controle constante da temperatura interna, consulte o *Manual de rede de frio do Programa Nacional de Imunizações* (2013, p. 59).

Existem falhas aleatórias, ou seja, que não há como prever, tais como: falta de luz, queima de fusível, entre outras. Conhecendo o funcionamento dos equipamentos e as falhas mais comuns, podemos nos antecipar e intervir, evitando problemas ou auxiliando na identificação da causa e, se possível, contribuindo para sua solução.

Para saber mais sobre manutenção de equipamentos, consulte a NBR 5.462, de 1994, que versa sobre confiabilidade e manutenibilidade. Verifique, em seu serviço, se há um exemplar da norma.

Na rede de frio, para os equipamentos câmara refrigerada/refrigerador, destacamos três tipos de manutenção: preventiva, corretiva e preditiva.

1. Manutenção preventiva: realizada em períodos predeterminados ou de acordo com o manual do fabricante, respeitando-se componentes a serem substituídos ou verificados, conforme utilização e frequência de uso do equipamento. Por exemplo, teste de efetividade de compressão do compressor.

Para que possamos manter a câmara refrigerada/refrigerador em perfeitas condições de uso, por um período prolongado de tempo, evitando que se percam imunobiológicos, alguns cuidados devem ser tomados periodicamente, tais como:

- * verificar a borracha da porta do refrigerador/câmara refrigerada;
- * verificar as dobradiças da porta do refrigerador/câmara refrigerada;
- * verificar o nivelamento do refrigerador/câmara refrigerada;
- * verificar se o cabo de alimentação está íntegro;
- * verificar se as tomadas (parede e cabo) estão em bom estado;
- * observar se há oscilação excessiva de energia elétrica no local; em caso positivo, instalar um *nobreak* adequado à potência da câmara refrigerada/refrigerador, ou solicitar verificação na instalação elétrica;
- * não utilizar a câmara refrigerada/refrigerador para outros fins;
- * não instalar a câmara refrigerada/refrigerador sem pés;
- * não instalar a câmara refrigerada/refrigerador em locais de piso instável;
- * evitar arrastar a câmara refrigerada/refrigerador;
- * instalar a câmara refrigerada/refrigerador em local abrigado do tempo (nem muito frio, nem muito quente);
- * não colocar a câmara refrigerada/refrigerador muito próximo à parede, nem uma de costas para a outra;
- * abrir a porta somente quando necessário.

2. Manutenção corretiva: realizada após a ocorrência do defeito, restaurando suas condições originais de funcionamento. Por exemplo, troca da borracha (gaxeta) de vedação da porta.

3. Manutenção preditiva: realizada através do acompanhamento de indicadores previamente estabelecidos, cujos limites e tolerâncias admissíveis não devem ser ultrapassados. Por exemplo, limites de vibrações, desgaste de componentes, alterações na temperatura etc.

Na rede de frio, consideram-se limites e tolerâncias admissíveis para imunobiológicos as temperaturas entre +2°C e +8°C.

Para refletir

Quais tipos de manutenção são realizados no seu trabalho?
Se não acontecem todos eles, você saberia o motivo? Em que você pode contribuir para a manutenção adequada dos refrigeradores do seu serviço?

O Quadro 1 apresenta pequenos problemas e soluções que podem ocorrer no dia a dia com os equipamentos de refrigeração utilizados na rede de frio.

Quadro 1 – Problemas frequentes com refrigeradores

Problema	Causa	Solução
Não liga.	Falta de energia/voltagem da rede baixa.	Verificar o fusível, a tomada, o cabo, o disjuntor; verificar se a voltagem da concessionária local está de acordo com o padrão local.
Compressor que liga e desliga com frequência anormal.	Voltagem muito alta ou muito baixa.	Verificar se a voltagem da concessionária local está de acordo com o padrão local.
Compressor com zumbido e que não liga.	Baixa voltagem.	Verificar se a voltagem da concessionária local está de acordo com o padrão local; na tomada utilizada, não deve haver outros aparelhos ligados.
Compressor ligado excessivamente.	Frequente abertura de porta; borracha da porta danificada; lâmpada interna acesa continuamente (a maioria das lâmpadas usadas nos refrigeradores é incandescente, gera calor, o que eleva a temperatura interna do equipamento, ocasionando a armação do compressor); material impedindo a circulação de ar no condensador; material quente colocado repentina e excessivamente na câmara refrigerada/ refrigerador. Dobradiças da porta com defeito, o que ocasiona desnivelamento da porta, permitindo entrada de ar quente e acionando o compressor.	Evitar abrir a porta desnecessariamente; verificar interruptor da porta; não utilizar materiais que impeçam a circulação de ar na parte de trás do equipamento; não colocar materiais em grande quantidade e de uma única vez no equipamento. Trocar as dobradiças.
Ruído anormal.	Desnivelado/encostado na parede.	Regular os pés; afastar da parede; colocar calço, se necessário; verificar se o piso é estável.
Interior muito quente.	Temperatura ambiente muito alta; excesso de gelo no evaporador; material encostado no bulbo do termostato; termostato na posição errada.	Instalar equipamento em local arejado; degelar periodicamente; afastar material do bulbo do termostato; colocar termostato compatível com a temperatura externa.
Interior muito frio.	Termostato na posição errada; temperatura ambiente muito fria; material encostado no bulbo do termostato.	Colocar termostato compatível com a temperatura externa; colocar equipamento em local abrigado; desencostar material do bulbo do termostato.

Quadro 1 – Problemas frequentes com refrigeradores (cont.)

Problema	Causa	Solução
Vazamento de óleo.	Equipamento desnivelado; tubulação partida.	Nivelar equipamento; acionar assistência técnica.
Goteiras internas.	Borracha da porta danificada; porta desnivelada.	Substituir borracha da porta; nivelar a porta.
Excesso de gelo no congelador/evaporador.	Distribuição incorreta de materiais no interior do equipamento; borracha da porta danificada.	Distribuir melhor o material; trocar a borracha da porta.
Lâmpada interna não acende.	Lâmpada queimada.	Trocar lâmpada.
Pouca refrigeração.	Pouca circulação de ar frio; porta abrindo com muita frequência; termostato desajustado.	Melhorar redistribuição dos materiais dentro do refrigerador; abrir a porta somente quando necessário; regular o termostato; retirar objetos desnecessários.
Excesso de refrigeração.	Termostato desajustado.	Regular termostato.
Suor na parte externa.	Alta umidade do ar; vedação da porta ruim.	Instalar em local ventilado; regular os pés, deixando o refrigerador inclinado para trás.
Suor na parte interna.	Porta abrindo com muita frequência; umidade interna excessiva; vedação da porta ruim; armazenamento de materiais quentes; porta mal fechada; termostato desajustado.	Abrir a porta somente quando necessário; guardar materiais embalados e frios; regular os pés, deixando o refrigerador inclinado para trás; remover algo que esteja atrapalhando a porta; regular o termostato.

Considerações finais

Ao longo deste capítulo, entendemos que o controle da temperatura dos diversos equipamentos de conservação de imunobiológicos é de fundamental importância para que os produtos mantenham a sua potência em todas as etapas da rede de frio, até o seu destino final. Aprendemos que os cuidados com esses equipamentos incluem: seguir as recomendações do manual do fabricante, acompanhar o seu funcionamento e comunicar imediatamente qualquer defeito, por mais simples que seja, ao responsável pelo contato com a equipe técnica.

São procedimentos como esses que garantem a manutenção dos equipamentos em perfeitas condições de operação. Possivelmente, você será a primeira pessoa que identificará um indício de mau funcionamento em uma câmara refrigerada/refrigerador; quanto mais rápida for essa identificação e a comunicação do indício, mais rapidamente poderá ser efetuado o conserto. A demora em informar um mau funcionamento só agravará o problema. Portanto, você é parte fundamental de todo esse processo! E para garantir o êxito, contamos com você na busca do conhecimento que fundamente sua ação!

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5.462:1994*: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. *Manual de rede de frio do Programa Nacional de Imunizações*. 4. ed. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2014/julho/03/manual-rede-frio.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

EMBRACO. *Componentes elétricos dos compressores de revenda*. Joinville, 2009. Disponível em: <<http://www.embraco.com/DesktopModules/DownloadsAdmin/Arquivos/01019.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2016.

FERRAZ, F. *Refrigeração*. Salvador: Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia, 2008. Apostila.

LAUAND, C. A. *Manual prático de geladeiras: refrigeração industrial e residencial*. São Paulo: Hemus, 2004.

MENDES, L. M. O. *Refrigeração e ar-condicionado: teoria, prática, defeitos*. São Paulo: Ediouro, 1994.

MENEZES, M. S. *Refrigeração e ar-condicionado*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo/ Faculdade de Engenharia e Arquitetura, 2005.

PORTAL DA REFRIGERAÇÃO. *Filtro secador*. [S.l.], 2008. Disponível em: <http://www.refrigeracao.net/Topicos/filtro_seca.htm>. Acesso em: 3 ago. 2016.

SENAI. *Curso de refrigeração mecânica*. São Paulo, 2003. Apostila.

SILVA, J. G. *Introdução à tecnologia da refrigeração e da climatização*. São Paulo: Artliber, 2003.