

Sementes ortodoxas devem ser mantidas a baixas temperaturas, depois de secas e embaladas (ver Folha de Informações Técnicas\_06 e Folha de Informações Técnicas\_11).

A longevidade das sementes aumenta quando a temperatura é reduzida (aproximadamente dobra a cada redução de 5°C). Porém, aumentos de longevidade tornam-se menores à medida que a temperatura é reduzida. Levando-se em conta a longevidade das sementes, custo, segurança e outros fatores (como a estabilidade biofísica), o MSBP recomenda uma temperatura de armazenamento de cerca de -20°C. A câmara fria é o método de armazenamento mais adequado para grandes volumes de acessos. Uma única câmara fria é mais energeticamente eficiente do que vários freezers individuais (ver tabela abaixo). No entanto, a criopreservação em ultrabaixas temperaturas pode ser aconselhável para algumas sementes de vida muito curta, desde que exista um bom fornecimento local de nitrogênio líquido.

Esta publicação fornece recomendações para projetos de câmaras frias a -20°C.



Acima: Câmara de armazenamento a -20°C

## Projetando uma câmara fria

É importante obter orientação de especialistas. Curadores e pessoas com experiência em conservação devem compreender os princípios básicos para supervisionar o projeto.

As questões-chaves para o planejamento da câmara fria são:

### Onde a câmara deve estar localizada?

Construa a câmara fria em um lugar fresco dentro de um prédio e local seguros, com o mínimo risco de inundações ou outros desastres naturais. Se possível a câmara fria deve permitir o acesso direto da câmara seca. Isto significa que somente ar seco poderá entrar e irá reduzir a formação de gelo na câmara fria. A secagem de ar em uma câmara fria é tecnicamente difícil e caro, e não é necessário se recipientes de boa qualidade são usados.

### Qual tamanho da câmara fria?

Para calcular o volume necessário, comece com o tamanho dos recipientes que serão usados (ver exemplo a seguir). Escolha diferentes recipientes para coleções pequenas, médias e de grandes volumes (Folha de Informações Técnicas\_06).

## Comparing seed cooling facilities

	Temperatura	Vantagem	Desvantagem
Refrigerador Doméstico	~ 4°C	Barato e de fácil substituição	Temperatura relativamente alta para conservação de sementes. Baixa capacidade de armazenamento.
Freezer doméstico	-13 a -20°C	Relativamente barato e de fácil substituição. Versões verticais (recomendados) e horizontais.	Não recomendado se um volume maior que 10m <sup>3</sup> for requerido.
Câmara fria	-20°C	Pode usar menos energia que freezers individuais.	Alto custo inicial. Requer manutenção.
Armazenamento em nitrogênio líquido	-160 a -196°C	Maior longevidade provável da semente. Indicado para espécies ortodoxas de vida muito curta.	Pequeno volume de sementes. Requer um rápido fornecimento de nitrogênio líquido e um sistema de ventilação eficiente.

## Câmara fria para armazenamento de sementes: exemplo prático

Os cálculos a seguir podem ser usados para determinar a capacidade necessária de armazenamento da câmara fria de um banco de sementes. Para simplificar, o exemplo assume que apenas um tipo de recipiente é usado. No entanto, não é difícil de utilizar a primeira parte do cálculo para cada tamanho do recipiente e para adicionar as áreas de prateleiras em conjunto.

Altura do recipiente (H) = 0.1m

Largura do recipiente (W) = 0.05m

Número de amostras por ano (N) = 1000

Número de recipientes por amostra (M) = 2

Largura das prateleiras (S) = 0.5m

Espaço entre o recipiente superior de uma prateleira e o inferior da prateleira acima (L) = 0.1m

Número de anos da coleção (Y) = 25

ou

Longevidade da estrutura de armazenamento, em anos (Y) = 25 (para poliestireno sob condições de uso leve, mas depende do material usado), o que for menor.

Assuma que a altura da câmara será de cerca de 2,5 m e os recipientes da prateleira mais alta estará a 2 m ou menos.

Número de prateleiras (A) =  $2 / (H + L) = 10$  (arredonde para baixo)

Número de recipientes por prateleira (B) =  $S/W = 10$  (arredonde para baixo)

Área requerida para prateleiras por ano (C) =  $\{(M * N) / B\} * S * W$  / A =  $0.5m^2$  (ignorando a verticalidade das prateleiras)

Área total de prateleiras (D) =  $C * Y = 12.5m^2$

Área total (estantes móveis) (E) =  $D / (1 - 0.35) = 19.2m^2$

A área de piso não ocupada por prateleiras deve ser de 35% no caso de se usar unidades móveis, ou 70% se prateleiras fixas. O custo de instalação de prateleiras móveis pode ser compensado pela redução dos custos de funcionamento ao longo da vida útil da sala, uma vez que uma câmara fria pequena é necessária.

Volume total da câmara (F) =  $E * 2.5 = 48m^3$

Mantenha o espaço de ar a um nível mínimo. Para espécies de sementes muito pequenas, o recipiente pode ser tão pequeno quanto  $10\text{ cm}^3$ ; para algumas culturas e espécies florestais, os recipientes podem precisar ser de muitos litros. No MSBP usamos recipientes de 3 litros, 1 litro,  $100\text{ cm}^3$ ,  $30\text{ cm}^3$  e  $2\text{ cm}^3$ . Recipientes de base quadrada desperdiçam menos espaço do que aqueles de base redonda. Selecione prateleiras de largura apropriada para minimizar a perda de espaço. Adicionar caixas ou gavetas nas prateleiras para organizar melhor as coleções. Fazer os cálculos usando o exemplo acima pode fornecer estimativas sensatas.

Um pequeno banco de semente pode requerer uma câmara fria com volume de aproximadamente  $35m^3$ , enquanto um internacional pode necessitar de um espaço 10 vezes superior. Se o volume calculado é inferior a  $10m^3$ , freezers podem ser uma melhor opção. Se o volume calculado for superior a  $50m^3$ , considerar a divisão do volume entre duas ou mais câmaras. Tendo estimado a área do piso necessário, marcar o chão para obter uma visão melhor de como vai ficar a câmara. Considerar alocação de espaço adjacente à câmara fria para futuras expansões devido ao aumento de demanda.

## Qual material deve ser usado para construir uma câmara fria?

A câmara fria deve ser construída com painéis pré-fabricados de poliestireno de 100-200 mm de espessura, preferencialmente. Quanto mais grossos os painéis, maior será o custo inicial da estrutura, mas menor os custos de manutenção ao longo do tempo.

- Construir paredes, teto e portas (entrada principal e saída secundária de emergência) com painéis de poliestireno.
- Construir piso de painéis de poliestireno coberto com madeira e uma chapa de aço antiderrapante.
- Incluir um espaço de ar ou um tapete aquecedor debaixo da porta em todas as localidades de clima temperado (e talvez alguns outros locais, consultar especialista local) para evitar o congelamento do chão.
- Tome cuidado com pontos de fixação de estantes. Projetar o piso para suportar o peso das estantes totalmente carregadas.
- Certifique que as janelas e portas sejam de vidro duplo, com vedação.
- Caso os recursos sejam limitados, é possível converter uma estrutura de tijolo ou madeira, previamente existente numa câmara fria.

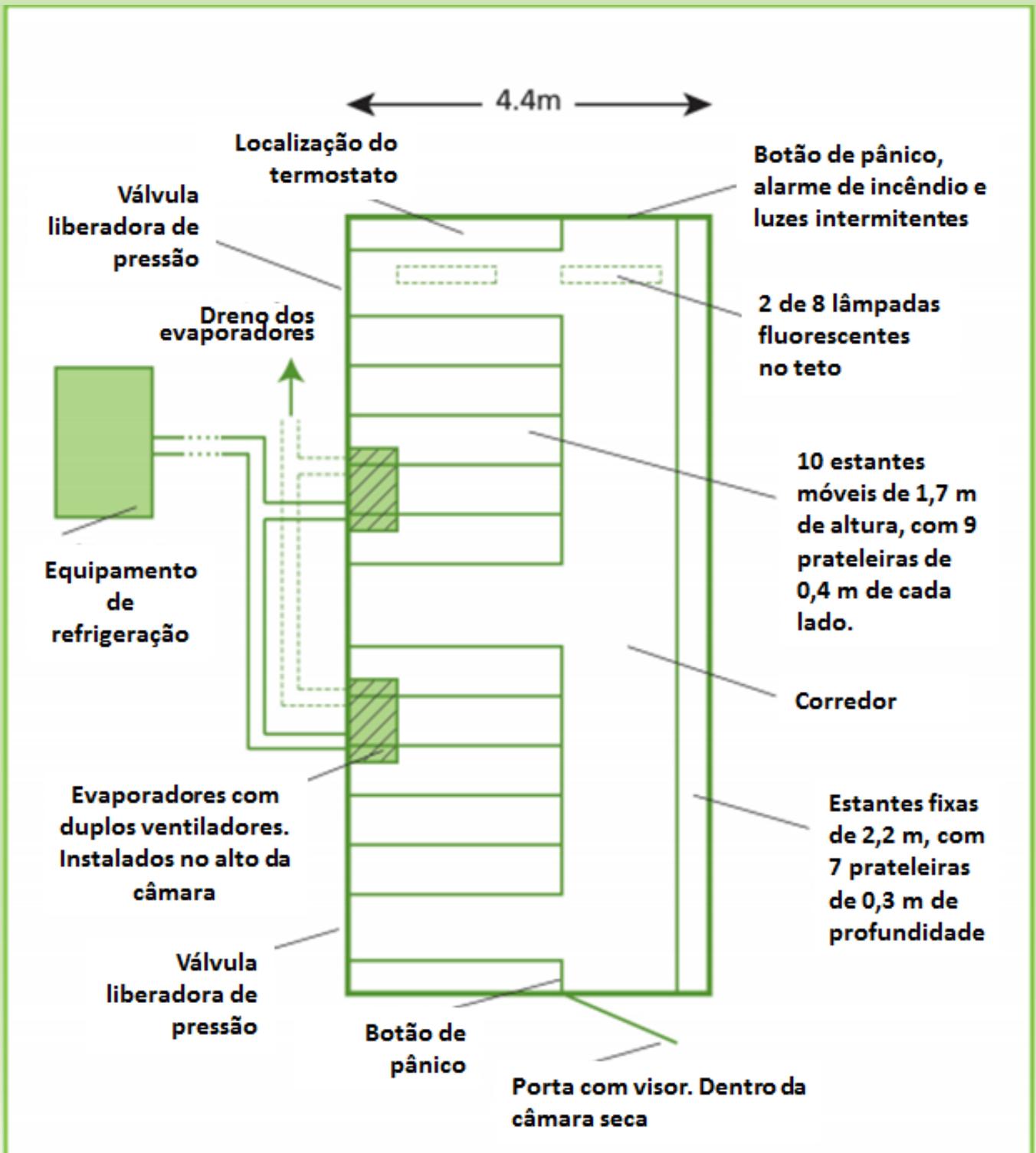
Abaixo: Coleção de sementes "em dois recipientes" em câmara fria – frascos tipo universal de aproximadamente  $30\text{ cm}^3$  se encaixam em jarros de armazenamento de 3 litros.



## Croqui geral de uma das câmaras frias do Millennium Seed Bank

Área de piso de 48m<sup>2</sup> (3,0 m de altura interna), construída com painéis de poliestireno extrudido, de 0,2 m de espessura, resfriado por um sistema de refrigeração de expansão direta (consumo de 4 kW). A unidade de refrigeração é mantida em uma localização separada da câmara fria e é ligada aos evaporadores por tubulações. Os condensadores devem ser instalados do lado de fora do prédio do banco de sementes.

Esta câmara fria foi projetada para armazenar cerca de 25.000 amostras (cerca de 6.000 litros de sementes)





Esquerda: Funcionária do MSBP usando vestimenta de acordo com as regras para câmaras frias

### Considerações sobre segurança

- É essencial que as portas da câmara fria possam ser abertas pelo lado de dentro, mesmo quando trancadas. As paredes devem conter uma válvula para liberação de pressão: pressão negativa pode ser desenvolvida dentro da câmara quando a temperatura diminui, o que pode dificultar a abertura da porta.

- A equipe deve usar roupas apropriadas para baixas temperaturas. Estabelecer procedimentos de segurança, como tempo máximo de trabalho.

- Estabelecer medidas de garantia de segurança das coleções em caso de emergência. Isto pode envolver duplicação em outros bancos.

- Incluir um gerador sobressalente e peças de reposição para equipamentos.

- Firmar contratos de serviços para manutenção de equipamentos da câmara fria.

Instalar isolamento nas paredes, no teto, nas portas, janelas e quando possível no piso. Materiais de isolamento localmente disponíveis, como cortiça, podem ser usados. Quando possível, aplicar o material de isolamento escolhido, ou pelo menos uma camada de proteção de umidade na estrutura externa, para prevenir condensação das paredes.

### Como a câmara é resfriada?

O sistema de refrigeração é instalado em uma sala da planta ou em separada da câmara fria. Utilizar duas unidades de refrigeração de compressão de vapor convencional, ambas capazes de operar a 66% da sua capacidade e para manter a câmara a -20°C, levando em conta o calor gerado pelas luzes, equipe trabalhando dentro das câmaras, permeação através do sistema de isolamento e infiltração, quando os funcionários entram nas câmaras. O condensador pode ser separado ou fazer parte da mesma unidade.

Usar, quando possível um sistema de refrigeração que não agrida a camada de ozônio. Certifique-se que a tubulação conectando os equipamentos de refrigeração à câmara fria, tenha isolamento apropriado.

Outros equipamentos essenciais da câmara fria (ver diagrama na outra página), incluem:

- Tubulação de drenagem de vapor (equipado com aquecedor)
- Ventilador do evaporador (necessário para movimentar o ar)
- Termostato
- Alarme de perigo
- Iluminação que libere pouco calor
- Alarme de pânico pessoal

### Leituras recomendadas

Cromarty, A.S., Ellis, R.H. and Roberts, E.H. (1990). Handbooks for Genebanks: No. 1, the design of seed storage facilities for genetic conservation (edição revisada). IBPGR, Rome, Italy.

Lington, S.H. (2003). The design of seed banks. In: R.D. Smith, J.B. Dickie, S.H. Lington, H.W. Pritchard and R.J. Probert (eds), Seed Conservation: turning science into practice. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.

### Especificação de equipamentos

Descrição	Modelo/Produto	Fornecedor
Vestimenta para câmara fria	Casaco parca ou macacão de peça única (todo coberto) luvas, botas e capuz.	Vários fornecedores
Freezer vertical com temperatura constante de -20C	Freezer grande com mostrador digital de temperatura e alarme audível. Gavetas e prateleiras não são recomendadas	Liebherr Group <a href="http://www.liebherr.com">www.liebherr.com</a>
Estrutura da câmara fria	Croqui	Especialista em refrigeração local

Nota: os equipamentos acima citados são utilizados pelo Projeto Millenium Seed Bank e foram cuidadosamente escolhidos utilizando nossos anos de experiência. A lista de fornecedores é somente um guia e não representa apoio do Royal Botanic Garden Kew ou da Embrapa. As instruções dos fabricantes devem ser seguidas quando for utilizado qualquer equipamento relacionado nesta publicação informativa.