

CI/SfB: 732
UDC: 727.3
Uniclass: F739

Catherine Nikolaou e Neville Surti

Catherine Nikolaou e Neville Surti são sócios da Sheppard Robson Architects, empresa especializada no projeto de equipamentos para laboratórios

PONTO-CHAVE:

- *O planejamento e o projeto de equipamentos modernos para laboratórios devem se basear em uma combinação das melhores práticas profissionais e previsões futuras, juntamente ao reconhecimento das necessidades atuais em termos de flexibilidade*

Conteúdo

- 1 Introdução
- 2 Orientações para leiaute de laboratórios
- 3 Ambiente
- 4 Referências bibliográficas

1 INTRODUÇÃO

1.01 Definição

Os laboratórios são equipamentos nos quais métodos científicos, que podem incluir pesquisa, experimentos e medições, podem ser realizados ou ensinados.

1.02 Escopo

Há uma grande diversidade entre os laboratórios; contudo, muitos aspectos comuns são encontrados em sua arquitetura e engenharia. Esta seção do manual oferece um indicativo das exigências básicas específicas e representativas de uma grande variedade de equipamentos de laboratório (o escopo é extenso demais para ser detalhado neste documento). As informações fornecidas estão relacionadas principalmente a laboratórios com bancadas, concentrando-se principalmente nos aspectos comuns e disponibilizando diretrizes para o planejamento e o projeto. As dimensões apresentadas se baseiam em exigências típicas. As necessidades específicas – determinadas, com a ajuda dos usuários, por meio de uma elaboração detalhada do programa de necessidades – talvez alterem essas dimensões.

Ainda que esta seção ofereça informações sobre o projeto de novos equipamentos, os princípios mais gerais também se aplicam a projetos de renovação e reforma. Nesses casos, talvez seja necessário fazer concessões devido a condicionantes espaciais; além disso, procedimentos operacionais talvez tenham de ser aplicados para fins de compensação.

1.03 Tipos de laboratório

Neste manual, os laboratórios são divididos em três grupos principais e todos eles incorporam várias disciplinas científicas e processos de trabalho. Eles são:

- Laboratórios molhados
- Laboratórios secos
- Laboratórios microbiológicos ou clínicos

Os laboratórios de ensino são agrupados separadamente. Eles podem ser molhados, secos ou microbiológicos ou clínicos; o que os diferencia dos demais é o *ensino* do método científico.

Os *laboratórios molhados* utilizam, testam e analisam produtos químicos, drogas ou outras matérias físicas ou biológicas. Em geral,

eles exigem tubulações (incluindo de água e utilitários especializadas) e ventilação, por exemplo, os laboratórios de ciência química.

Os *laboratórios secos* contêm materiais de armazenamento seco, eletrônicos e/ou instrumentos grandes com poucas tubulações. Em geral, eles exigem um controle preciso da temperatura e da umidade relativa do ar, controle do pó e limpeza, por exemplo, laboratórios analíticos e de engenharia.

Os *laboratórios microbiológicos ou clínicos* geralmente envolvem trabalho com agentes infecciosos. Em geral, eles exigem níveis elevados de contenção, incluindo sistemas especializados de ventilação e tratamento de ar, além de utilizarem em zonas de acesso controladas, câmaras de compressão ou prédios ou módulos separados para isolar o laboratório (por exemplo, laboratórios de biomedicina).

Os *laboratórios de ensino* incluem escolas de ensino fundamental e médio e instituições de ensino superior. Eles exigem espaço para equipamentos de ensino, armários para os pertences dos alunos e, em geral, um número menor de instrumentos. Esse tipo geralmente é encontrado no setor acadêmico.

Os laboratórios podem ser encontrados em setores acadêmicos, governamentais ou privados/corporativos.

Os *equipamentos de laboratórios acadêmicos* incluem laboratórios de ensino e laboratórios que se dedicam a pesquisas de interesse público ou com fins lucrativos.

Os *equipamentos de laboratórios governamentais* se concentram em pesquisas, testes e avaliações exclusivamente de interesse público. Em vários aspectos, eles são muito semelhantes aos laboratórios do setor privado ou corporativo.

Os *equipamentos de laboratórios privados ou corporativos* se concentram em pesquisas e inovações, mas geralmente são motivados pela necessidade de aumentar o potencial de lucratividade da operação.

Além dos laboratórios, esses equipamentos talvez incluam:

- Recepção ou saguão
- Escritório ou registro
- Auditório, salão de conferência, sala de reuniões ou local de interação
- Sala de seminários ou sala de aula
- Depósito geral
- Biblioteca
- Serviços de alimentação
- Creche
- Clínica ou unidade de saúde
- Fisioterapia (sala de exercícios)
- Lojas
- Indústria leve
- Doca de carga e descarga
- Estacionamento

Os setores diferem principalmente no foco e nos diferentes tipos de espaço que seus equipamentos oferecem. Os equipamentos do setor privado ou corporativo, por exemplo, são geralmente mais caros e maiores do que os equipamentos acadêmicos ou governamentais, uma vez que o mercado competitivo exige mais descobertas a cada ano e talvez ofereça mais “incentivos” na forma de espaços de apoio para reter e atrair funcionários talentosos.

1.04 Definição de condições ambientais

Antes do início do projeto, deve-se fazer uma avaliação detalhada junto aos usuários e às autoridades reguladoras para definir as condições ambientais e as práticas operacionais necessárias para o equipamento, pois isso afetará as exigências físicas e de serviço do laboratório e seus custos operacionais.

Em alguns laboratórios, as condições são tão inofensivas como em qualquer outro ambiente. Em muitos, porém, há riscos que precisam ser contidos e/ou controlados, inclusive (mas sem limitar-se a):

- Agentes biológicos ou infecciosos
- Venenos ou produtos químicos
- Substâncias inflamáveis
- Explosivos
- Material radioativo
- Interferência magnética
- Maquinaria móvel
- Temperaturas extremas
- Alta voltagem

Esses riscos devem ser identificados, e contramedidas ou estratégias de mitigação específicas para cada equipamento precisam ser determinadas ou implantadas, conforme os padrões e normas industriais

relevantes. Consulte as Referências Bibliográficas anexas para mais referências específicas sobre alguns dos vários riscos que podem estar presentes em qualquer um dos tipos de laboratório descritos.

Para equipamentos como laboratórios microbiológicos ou clínicos ou laboratórios de ensino em que se manuseiam agentes biológicos ou potencialmente infecciosos, deve-se consultar especificamente a norma britânica *BS EN 12128*, que especifica os níveis mínimos de *contenção física (PCL)* necessários para o manejo de micro-organismos pertencentes a diferentes *grupos de risco (HG)*. Esses *HG* são definidos pelo *ACDP – Advisory Committee on Dangerous Pathogens* (Comitê Consultor sobre Patógenos Perigosos) e pelo *ACGM – Advisory Committee on Genetic Modification* (Comitê Consultor sobre Modificação Genética) como categorias que oferecem riscos à saúde e que variam da Categoria 1 (mais baixa) à Categoria 4 (mais alta). A classificação *HG* dos agentes biológicos em uso determina qual *PCL* é exigido para cada laboratório específico, variando do *PCL 1* (mais baixo) ao *PCL 4* (mais alto). Consulte a Tabela I para um resumo das exigências mínimas de proteção física para cada nível.

É possível projetar laboratórios como equipamentos esterilizados e livres de poeira. Um equipamento esterilizado e livre de poeira é uma sala onde a concentração de particulados (partículas aéreas) é controlada; ela é construída e utilizada de forma a minimi-

Tabela I Sumário das exigências mínimas de contenção física do *ACDP* desde o *PCL 1* (mais baixo) ao *PCL 4* (mais alto). Essas exigências são para equipamentos de laboratório que manuseiam micro-organismos de diferentes *grupos de risco*. Os equipamentos com *PCL 4* são relativamente raros. Esse nível de contenção representa uma unidade funcionalmente isolada e, quando necessário, estruturalmente independentes de outras áreas

Exigências	Nível de contenção física			
	1	2	3	4
Salas de laboratório separadas de outras atividades na mesma edificação por portas	○	●	●	●
Laboratórios fisicamente separados de áreas abertas ao fluxo irrestrito de pessoas				●
Acesso restrito ao laboratório	●	●	●	●
Entrada no laboratório por meio de câmara de compressão			●	●
Porta trancada quando a sala não está ocupada			●	
Acesso controlado por cartão ou com trancas com senha				●
Portas com fechamento automático	○	●	●	●
Janela de observação ou com visibilidade para o interior do laboratório		●	●	●
Alerta luminoso de uso na porta externa da câmara de compressão				●
Nível de proteção rotulado e zonas de risco rotuladas com aviso de perigo biológico (sempre que necessário)	●	●	●	●
Meios de comunicação entre o laboratório e a área externa (por exemplo, fax, computador, telefone)			○	●
Espaço adequado para cada funcionário, depósito e equipamento	●	●	●	●
Rota para pessoal e materiais, de forma a evitar contaminação cruzada	●	●	●	●
Acabamentos e mobiliário fáceis de limpar	●	●	●	●
Bancadas de trabalho impermeáveis, resistentes a ácidos, álcalis, solventes orgânicos, calor moderado, desinfetantes (quando usados)	●	●	●	●
Minimização da superfície horizontal para evitar a contaminação por partículas			●	●
Armazenamento seguro de agentes biológicos		●	●	●
Armário de Segurança Biológica (<i>MSC</i>) Classe I/dispositivo de contenção equivalente para partículas infecciosas transmitidas pelo ar		●	●	
Armário de Segurança Biológica (<i>MSC</i>) Classe II/dispositivo de contenção equivalente para partículas infecciosas transmitidas pelo ar		●	●	
Armário de Segurança Biológica (<i>MSC</i>) Classe III/dispositivo de contenção equivalente para partículas infecciosas transmitidas pelo ar			●	●
Laboratório para guardar seus próprios equipamentos, sempre que viável			●	●
Sistema com Fonte de Força Ininterrupta (<i>UPS</i>) para equipamentos cruciais			○	●
Armário para equipamentos de proteção pessoal (limpos e sujos) a serem disponibilizados em conjunto e com manutenção adequada	○	●	●	
Vestiário e área com chuveiros com armazenamento para equipamentos de proteção pessoal de laboratório				●
Lavatório perto da saída do laboratório/complexo	●	●	●	●
Lavador de olhos/chuveiro de segurança perto da saída do laboratório ou complexo		●	●	●
Equipamentos de lavatório com torneiras operadas por joelho, cotovelo ou sensor	○	●	●	●
Tubulação de utilidades horizontalmente expostas, mínimo de dutos e armários abertos				●
Ventilação mecânica sem recirculação de ar	○	○	●	●
Pressão de ar negativa à atmosfera (sempre que a ventilação mecânica for disponibilizada ou exigida e houver trabalho em andamento)	○	●	●	●
Fornecimento em cadeia e fluxos de ar para exaustão de forma a evitar a pressurização positiva da sala em caso de pane no sistema de exaustão de ar			●	●
Sistema de alarmes adaptado para detectar alterações inaceitáveis na pressão atmosférica			●	●
Fluxo de ar direcionado entre as áreas esterilizadas e áreas contaminadas				●
Exaustão de ar com filtro <i>HEPA</i> (<i>High Efficiency Particulate Air</i>)			●	
Exaustão de ar com filtro <i>HEPA</i> duplo				●
Sistema de exaustão de ar e ventilação exclusivo para o módulo				●
Fornecimento de ar com filtro <i>HEPA</i>				●
Procedimentos específicos de desinfecção (laboratório lacrado para permitir desinfecção ou fumação sempre que necessário)		●	●	●
Laboratório com projeto que permita o controle de pragas, por exemplo, insetos e roedores		○	●	●
Acesso à autoclave para esterilização do prédio ou complexo		●		
Acesso à autoclave para esterilização dentro do laboratório ou complexo			●	
Acesso autoclave hospitalar com duas portas interligadas no laboratório ou saguão			○	●
Meios seguros para coleta, armazenamento, eliminação e identificação de resíduos		●	●	●
Acesso seguro ao incinerador (local ou distante)		●	●	●

● Necessário

○ Opcional (deve ser decidido caso a caso conforme a avaliação de riscos)

zar a introdução, geração e retenção de partículas em seu interior; e onde outros parâmetros relevantes (como temperatura, umidade relativa do ar e pressão) são controlados sempre que for necessário. As condições estéreis e livres de poeira são geralmente exigidas na pesquisa micro e nanoeletrônica, por exemplo.

Os graus de esterilização são definidos pelo sistema de classificação global ISO (EN ISO 14644-1), que classifica os tipos desde a Classe 8 (menos limpa) até a Classe 3 (mais limpa). A Tabela II compara esse a outros sistemas usados no passado. Consulte o EN ISO 14644-1 para diretrizes sobre o projeto, construção e início do uso de equipamentos esterilizados e livres de poeira.

Além de equipamentos esterilizados e livres de poeira, é possível projetar os laboratórios como equipamento de contenção. Alguns produtos, por exemplo, exigem um nível de contenção das Categorias 2-4 para proteger o operador e um ambiente esterilizado das Classes ISO 5-8 para proteger o produto. Consulte as Referências Bibliográficas para mais informações sobre o projeto, construção e início do uso de equipamentos esterilizados e níveis de contenção.

Por fim, a forma final do equipamento será determinada por condicionantes e oportunidades específicos do sítio para cada projeto, além das preferências variadas e necessidades detalhadas pelos usuários.

2 ORIENTAÇÕES PARA LEIAUTE DE LABORATÓRIOS

2.01 Pontos-chave

O planejamento e o projeto de equipamentos modernos para laboratórios devem se basear em uma combinação das melhores práticas profissionais e previsões atuais, juntamente ao reconhecimento de futuras necessidades em termos de flexibilidade.

Ambientes seguros e protegidos: A segurança física sempre deve ser a primeira preocupação no projeto de um laboratório. Proteger um equipamento de acesso não autorizado também é um fator de importância crucial para evitar furtos, uso inadequado ou – no caso de equipamentos onde há manuseio de agentes infecciosos – a liberação de patógenos.

Dados estatisticamente reproduzíveis: Uma das exigências fundamentais de uma pesquisa científica bem-sucedida é o fornecimento de dados estatisticamente reproduzíveis. A capacidade para alcançá-lo depende da disponibilização de material de alta qualidade reproduzível e da qualidade e adequação de um ambiente físico controlado.

Laboratório responsivo a mudanças: Os laboratórios devem ser projetados para comportar mudanças, não importa qual seja a escala de trabalho ou a disciplina científica envolvida. A necessidade de mudança resulta de avanços rápidos e contínuos tanto na tecnologia quanto nos equipamentos, métodos e procedimentos de trabalho em evolução e nas normas cada vez mais restritivas. Portanto, é essencial que o projeto básico de uma edificação seja flexível o suficiente para comportar futuras mudanças sem a necessidade de alterações em grande escala (e geralmente muito caras) e com o mínimo de incômodo às operações.

Interação e colaboração: Interação e colaboração científica geralmente induzem a novas invenções, novas curas e progresso mais rápido. Conseqüentemente, se os equipamentos dos laborató-

rios dispuserem de espaços que incentivem a interação, o cientista terá maiores chances de obter sucesso.

Recrutar e manter funcionários: Devido ao aumento da concorrência no campo científico, mais esforços e mais dinheiro estão sendo investidos na criação de equipamentos de alta qualidade, com o objetivo de atrair e manter funcionários. Isso inclui laboratórios de última geração, áreas comuns atraentes, diversas comodidades e a tecnologia da informação mais recente. Esses equipamentos servem para oferecer suporte aos funcionários e aumentar a eficiência e a produtividade.

Sustentabilidade: O projeto sustentável é uma responsabilidade básica e deve servir como uma ferramenta de pesquisa, ensino e para a mudança de políticas.

2.02 Módulos de planejamento dos laboratórios

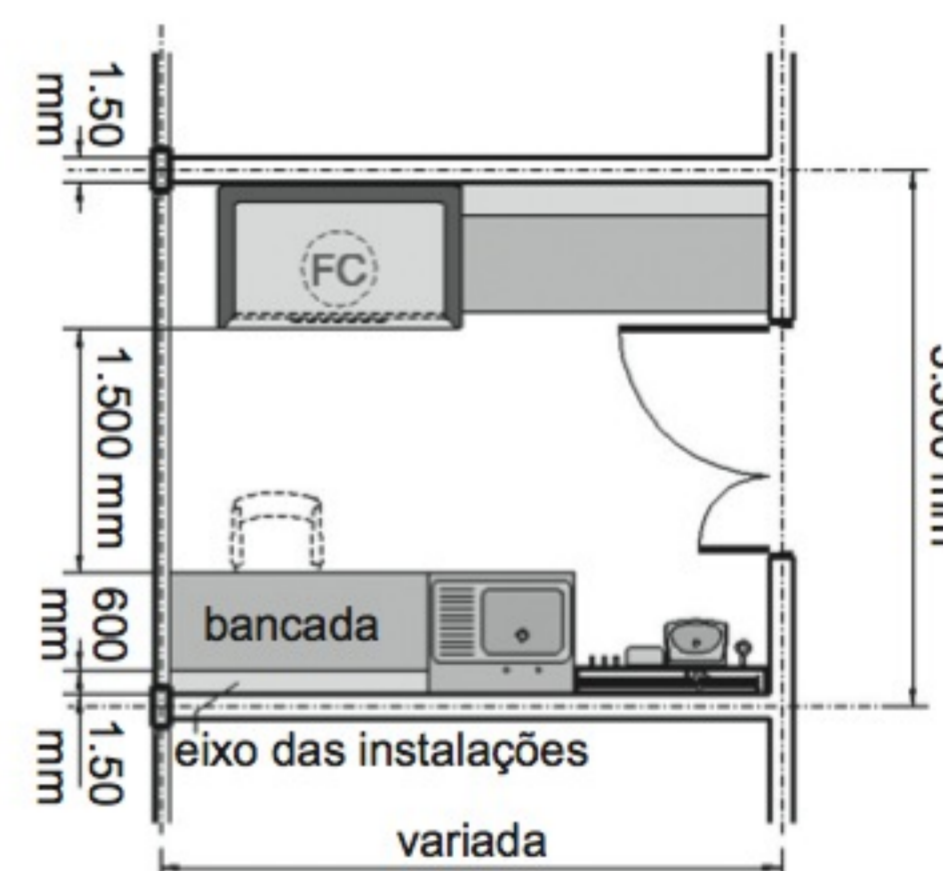
O ponto de partida para o planejamento e o projeto de equipamento de muitos laboratórios é um módulo básico de planejamento que acomoda as exigências básicas de planejamento. Ele deve disponibilizar espaços adequados para paredes internas, bancadas, equipamentos fixos no chão, sistemas de exaustão e corredores que minimizem os conflitos de circulação ou riscos à segurança pessoal. O módulo do laboratório também deve estar completamente adequado ao projeto geral da edificação.

Módulo básico: A largura de um módulo de planejamento é definida na Tabela III.

O comprimento do módulo depende do tamanho do mobiliário escolhido para o laboratório, exigências para os equipamentos colocados sobre o piso e do número de pessoas que utilizará o espaço, 21.1.

Módulo bidirecional: Para obter mais flexibilidade, projete um módulo que funcione em ambas as direções, 21.2. Isso permite que as bancadas e equipamentos sejam organizados nas duas direções. Esse conceito é mais flexível que o conceito do módulo básico, mas talvez exija uma edificação maior.

Módulo tridimensional: Para criar um módulo de laboratório tridimensional, é preciso definir um módulo básico ou bidirecio-



21.1 O módulo básico de planejamento precisa acomodar as exigências básicas de projeto para paredes internas, bancadas de laboratório, equipamentos, instrumentos de exaustão e circulação, além dos usuários do laboratório.

Tabela III Os fatores que definem a largura de um módulo de laboratório comum

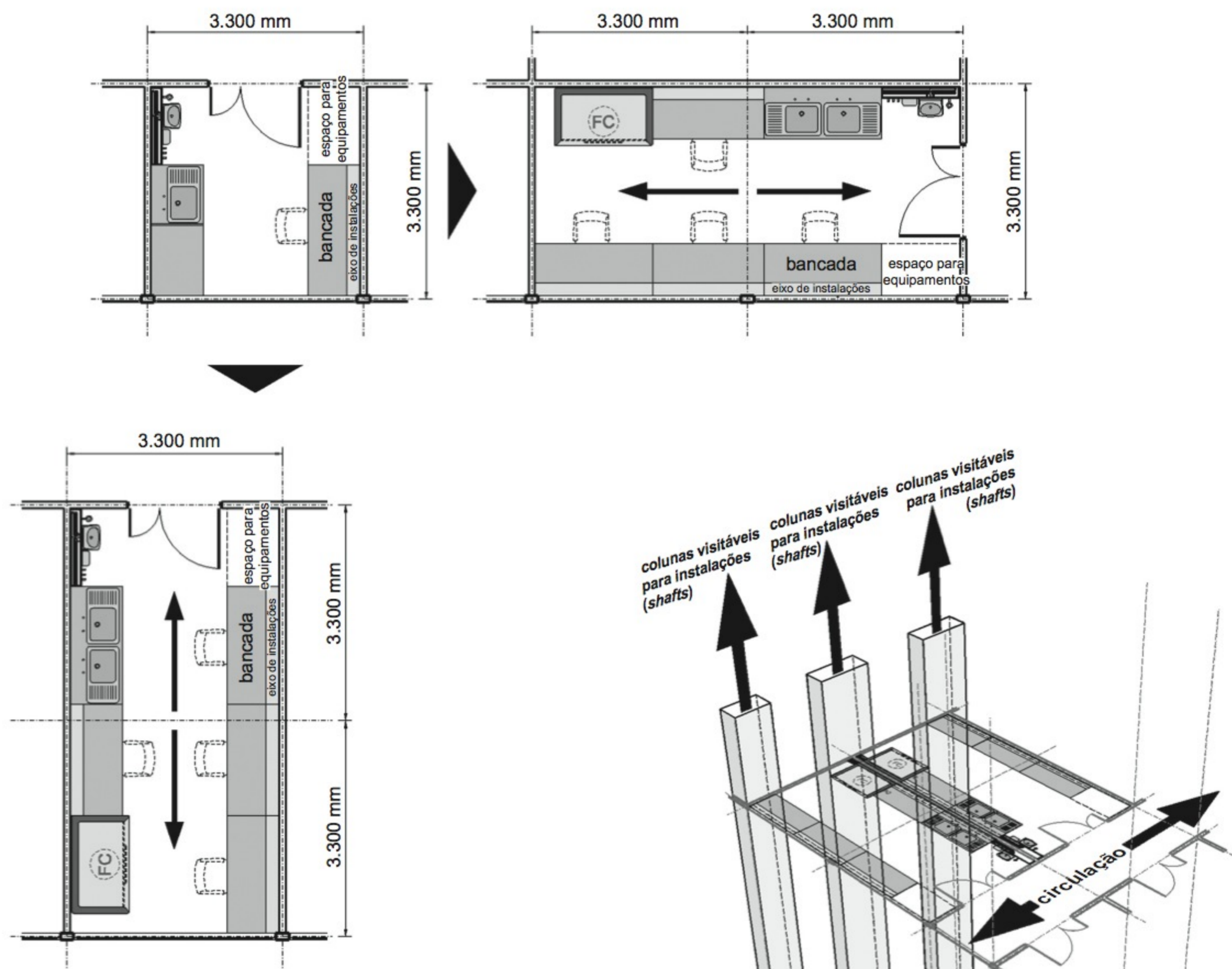
	Largura (mm)
2 × espessura de meia-parede entre o módulo	150
2 × profundidade da bancada de trabalho	(600 ou 900 mm) 1.200 – 1.800
2 × os eixos das instalações acima da bancada	300
espaço mínimo entre as bancadas	1.500*
Largura total do módulo	3.150 – 3.750**

* Esta é a distância mínima recomendada que acomodará a distância necessária entre uma bancada e um armário de segurança, além das exigências para o cumprimento da *Disability Discrimination Act 1995*

** Os valores mínimos e máximos dependem muito das exigências referentes aos equipamentos. Uma largura modular de 3.300 mm é recomendada para a maioria dos equipamentos genéricos de laboratório para garantir que uma bancada e um armário de segurança (nominalmente 900 mm) possam ser acomodados em cada parede

Tabela II Comparação dos sistemas de classificação para salas esterilizadas

Sistema de classificação	Classificações					
	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7	Classe 8
EN ISO 14644-1 (1999)						
Padrão Federal dos EUA 209E (1992)	1	10	100	1.000	10.000	100.000
UE cGMP (1998)	–	–	A/B	–	C	D



21.2 Módulo bidirecional.

nal, coordenar por completo todas as colunas visitáveis (*shafts*) de instalações e serviços, incluindo escadas de incêndio, elevadores, banheiros, poços e dutos (sobrepostos verticalmente), além de coordenar os sistemas mecânicos, elétricos e a tubulação no teto, para que eles funcionem juntamente aos arranjos de corredores ou circulação, **21.3**. Esse conceito gera o máximo de flexibilidade.

Módulos combinados: Além de acomodar as exigências espaciais básicas e funcionais, a modulação maximiza a eficiência e o potencial de flexibilidade ou adaptação. À medida que modificações se fazem necessárias devido às mudanças no uso, instrumentação ou organização departamental do laboratório, as paredes internas ou divisórias podem ser reposicionadas para expandir ou contrair o laboratório em unidades maiores ou menores, sem exigir uma reconstrução significativa dos elementos estruturais ou mecânicos da edificação, **21.4**.

2.03 Estrutura

As principais questões de projeto a serem consideradas durante a avaliação de um sistema estrutural incluem:

- A capacidade de coordenar a estrutura com os módulos de projeto do laboratório
- A espessura da laje e a altura efetiva de piso a piso
- A capacidade de criar aberturas para as instalações de laboratório no início do projeto e ao longo da vida útil da edificação
- A possibilidade de ampliação vertical ou horizontal
- As cargas sobrepostas
- Os critérios de vibração
- O custo

Malha estrutural (modulação): Assim que o módulo de planejamento básico do projeto for determinado, deve-se estabelecer a

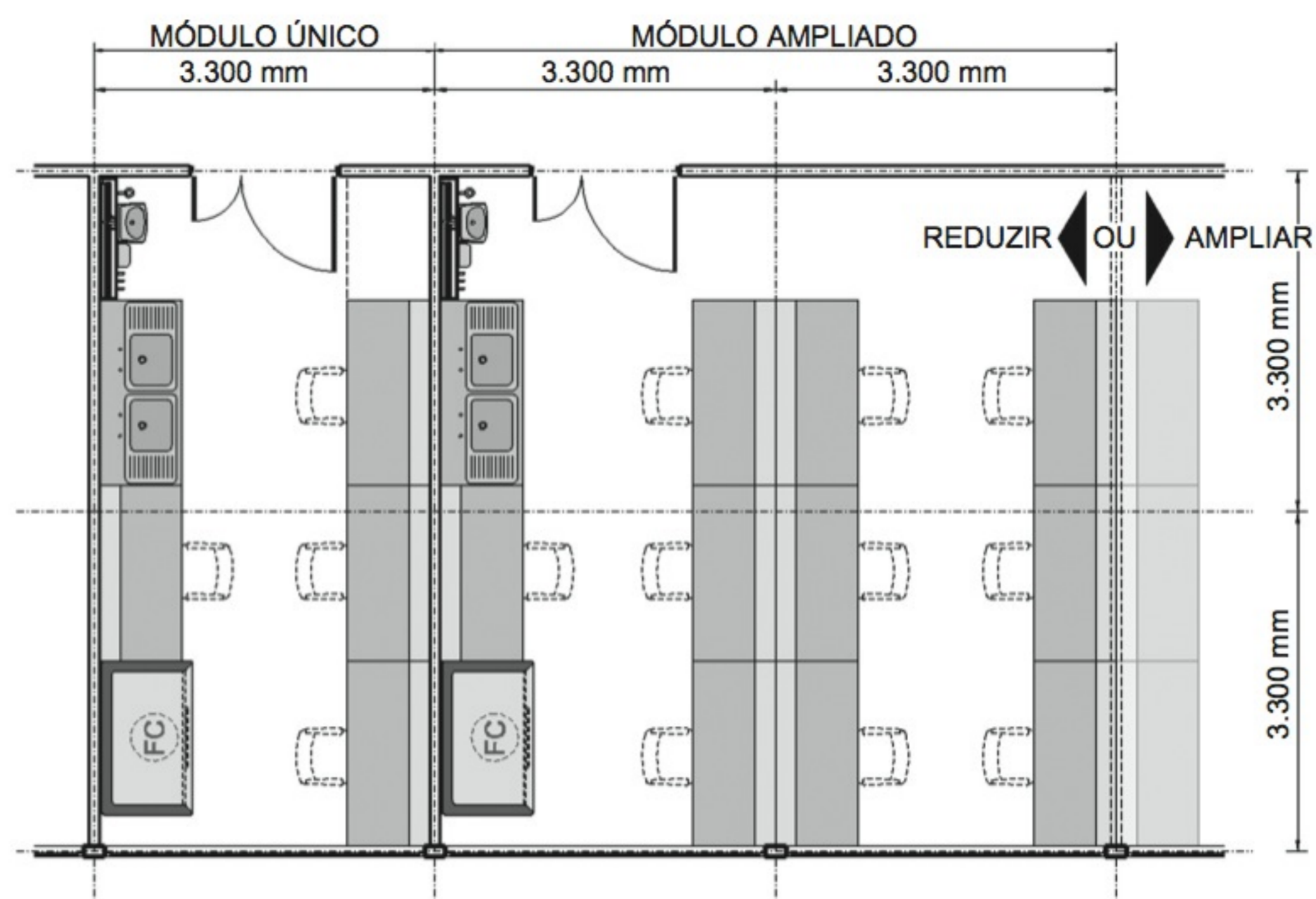
21.3 Módulo tridimensional de planta perspectiva.

malha estrutural para promover a efetividade em termos de eficiência e custo. Na maioria dos casos, a largura da malha estrutural é equivalente a dois módulos básicos de laboratório, **21.5**. O comprimento da malha estrutural é determinado pelos pré-requisitos básicos de projeto e também por uma boa relação entre custo e benefício e pelos requisitos funcionais do sistema estrutural.

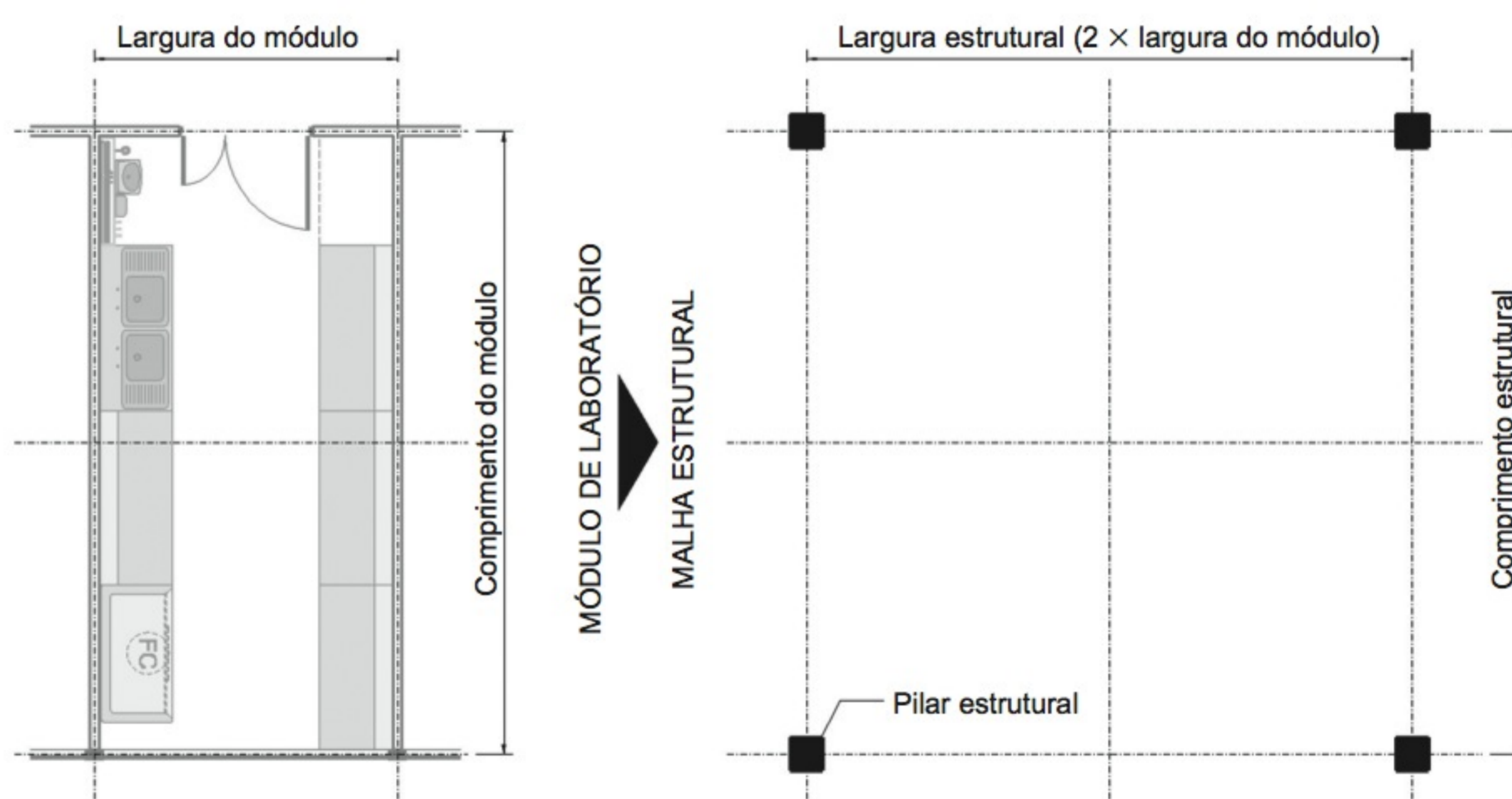
Altura de piso a piso: A altura total de piso a piso deverá ser determinada em discussões detalhadas com os usuários, assim como as exigências dos equipamentos e instalações prediais a serem incorporadas dentro do espaço. A questão da flexibilidade precisará ser revisada e alturas propostas para maximizar o uso futuro do espaço, Tabela IV, **21.6**.

Flexibilidade: Os elementos estruturais fixos – lajes de piso, pilares, vãos estruturais com travamentos, paredes de enrijecimento, duto para instalações, caixas de elevador e escadas – devem ser planejados para minimizar as restrições nas ampliações e na reconfiguração do leiaute, **21.7**.

Cargas sobrepostas: As estruturas devem ser projetadas para suportar cargas, conforme descrito na norma britânica *BS 6339*.



21.4 Utilização do conceito de modulação no projeto de laboratórios para criar espaços eficientes, flexíveis e adaptáveis que possam ser ampliados e reduzidos para atender a diferentes necessidades.



21.5 Grelha estrutural da edificação derivada do módulo de projeto do laboratório, uma boa relação entre custo e benefício e as necessidades funcionais do sistema estrutural.

Tabela IV Altura efetiva de piso a piso, valores mínimos e máximos recomendados

	Altura (m)
Pé-direito mínimo em laboratórios	2,7*
Forro rebaixado livre mínimo	1,0**
Forro rebaixado livre mais indicado	1,5–2,0**
Espessura da laje (pré-dimensionamento)	0,3
Altura de piso a piso	4,0–5,0

* Para permitir altura livre para equipamentos de exaustão

** Para permitir uma profundidade adequada para as instalações prediais. Considere sistemas mecânicos, elétricos e de tubulação expostos, para facilitar o acesso à manutenção dentro do laboratório

Elas também devem ser projetadas de acordo com os *British Standards* (Padrões Britânicos) adequados, dependendo do material adotado para a estrutura. Para laboratórios genéricos ou com bancadas que incluem equipamentos e corredores sujeitos a cargas superiores àquelas impostas pelo tráfego intenso de pessoas (como veículos com rodas, carrinhos e similares) projete para:

$5,0 \text{ kN/m}^2 + 1 \text{ kN/m}^2$ para paredes ou divisórias leves

Equipamentos e máquinas de engenharia pesada – como ciclotron, ressonância magnética nuclear (NMR), microscópios eletrô-

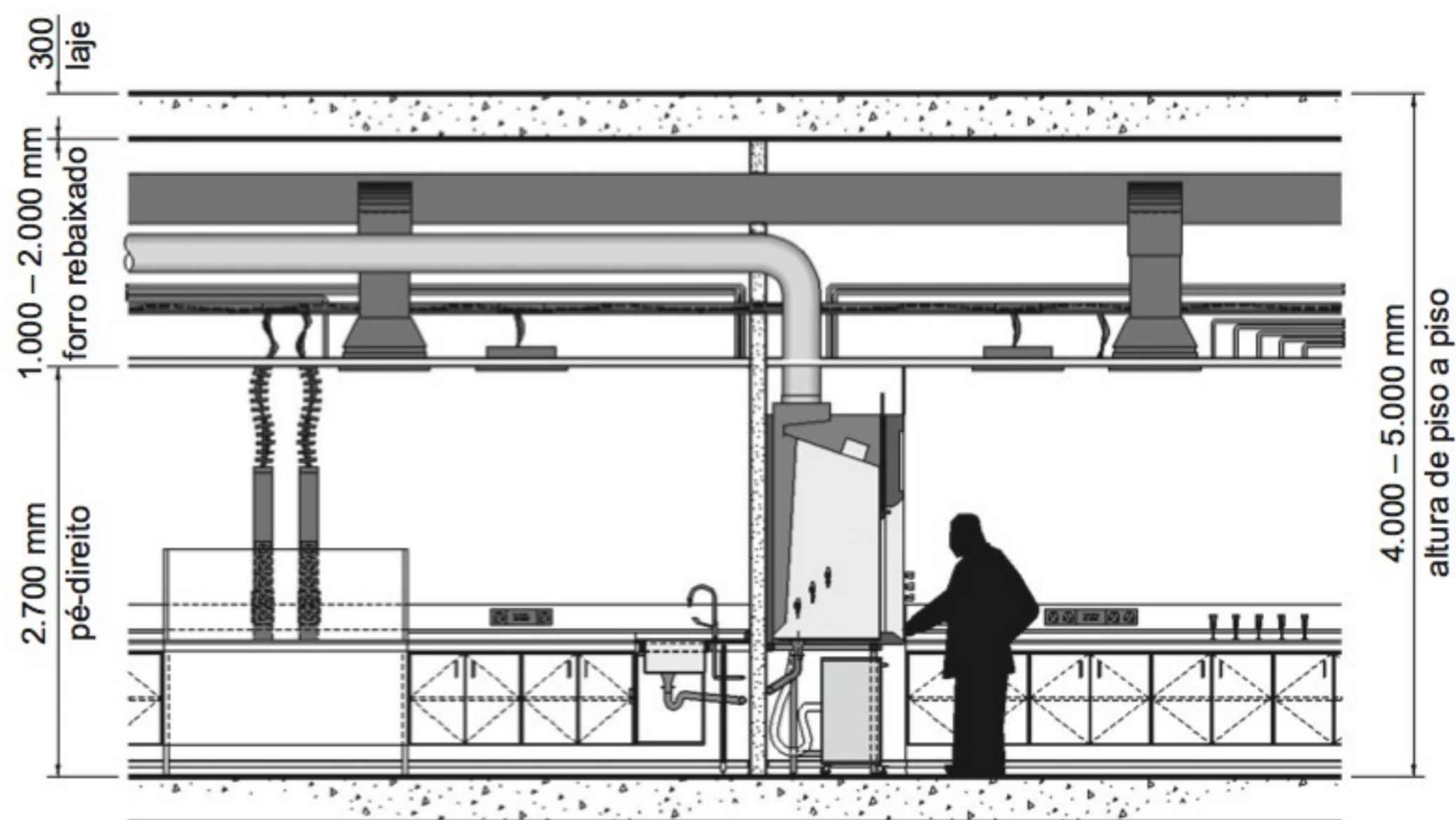
nicos, etc. – são mais econômicos se localizados em pavimentos térreos e exigem consideração individual e separada.

Vibração: O sistema de estrutura independente e a seleção da base do mobiliário devem considerar a vibração em todas as áreas do mobiliário sempre que equipamentos sensíveis e microscópios forem utilizados. As principais fontes de vibração incluem fontes externas e internas. As fontes mais comuns (e suas frequências indicadas) são:

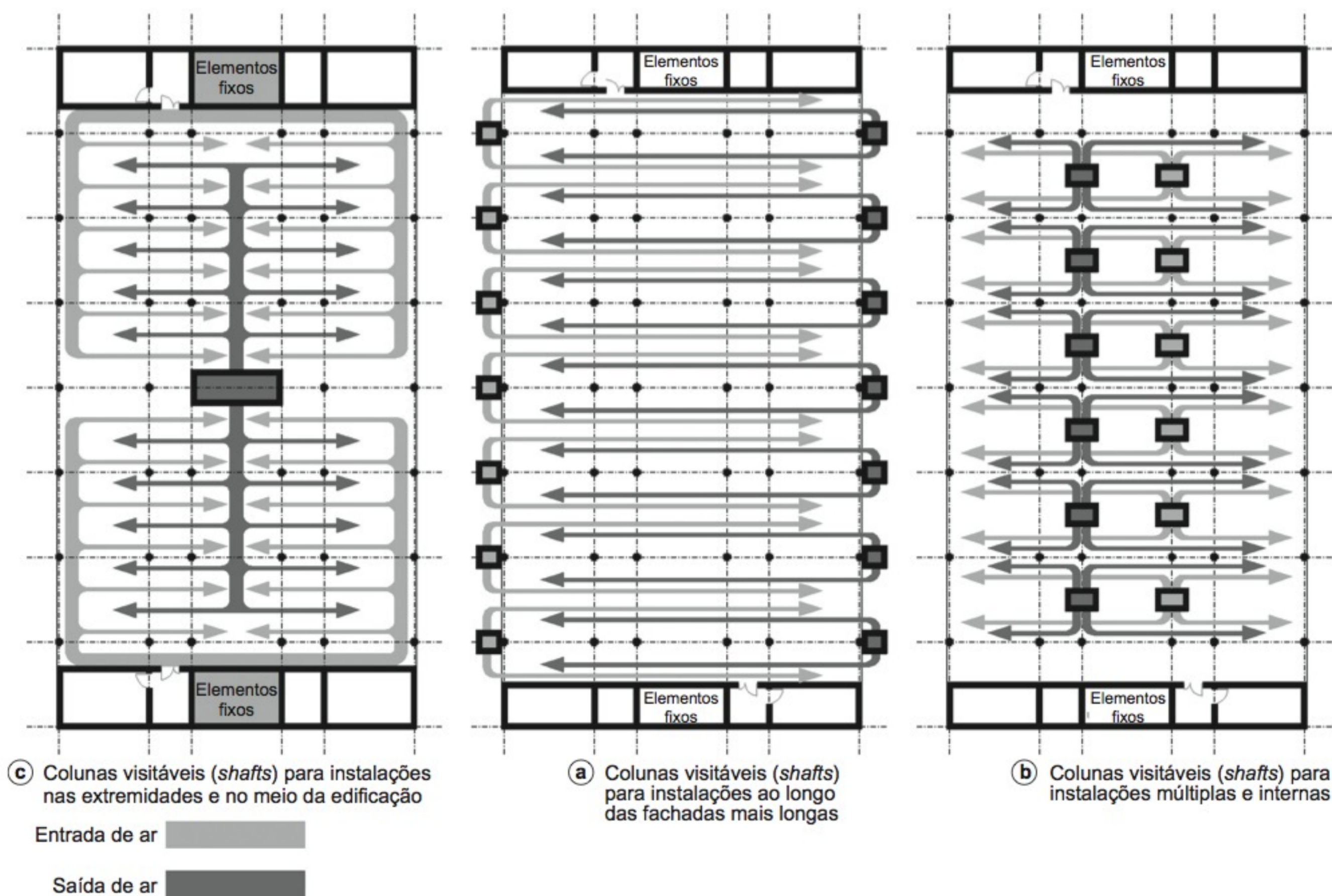
- A oscilação de edificações altas (0,1–5 Hz)
- A ressonância em pavimentos térreos e superiores (5–50 Hz)
- Rua ou trânsito de veículos (5–100 Hz)
- Maquinaria (10–200 Hz)
- Equipamentos e instrumentos motorizados (20 ou mais Hz)
- Vibrações acústicas (10–500 Hz)

A seleção precisa dos critérios de vibração, e a previsão dos níveis de vibração são importantes para o projeto do laboratório, pois os custos da construção aumentam à medida que os níveis de vibração do solo projetados diminuem.

É possível determinar os critérios de vibração com base nos limites de vibração publicados, critérios fornecidos pelo fabricante e testes subjetivos em equipamentos sensíveis à vibração. Os critérios de vibração para as áreas programadas para acomodar equipamentos sensíveis se baseiam no valor quadrático médio ou valor eficaz



21.6 Altura efetiva de piso a piso (recomendações mínimas e máximas).



21.7 A maximização da flexibilidade por meio da localização racional de elementos estruturais fixos.

(RMS – root mean square), conforme medido em bandas de frequência de um terço de oitava em frequências que variam de oito a 100 Hz. As curvas genéricas do critério de vibração (VC – Generic Vibration Criteria) foram desenvolvidas para diferentes tipos de equipamentos, apresentados na Tabela V. As curvas do critério VC-A ao VC-E são aplicadas a equipamentos de laboratório. Os critérios da ISO – International Standards Organisation (Organização Internacional de Padronização) para exposição humana à vibração também são mostrados.

O sistema estrutural do piso deve ser projetado para atender aos critérios toleráveis de vibração, em conformidade com as diretrizes aplicáveis (consulte as Referências Bibliográficas).

Ainda que seja necessário oferecer um alto nível de flexibilidade, geralmente se acredita que não é prático projetar todas as partes da edificação para que equipamentos de pesquisa extremamente sensíveis possam ser colocados em qualquer lugar. Portanto, é preciso adotar um critério para o projeto de vibração e uma estratégia de projeto que satisfaçam à maioria das necessidades, mesmo sabendo que dispositivos de isolamento local serão usados sempre que um item particular de equipamento tiver exigências mais rigorosas. A Tabela VI lista as técnicas básicas que devem ser utilizadas sempre que possível para controlar a vibração.

2.04 Instalações nas edificações

Em geral, mais de 35–50% dos custos da construção de um laboratório podem ser atribuídos aos sistemas de instalações da edificação (mecânica, elétrica e de processo). Uma boa coordenação desses sistemas é necessária para garantir um equipamento flexível, econômico e bem-sucedido.

A seguir, três estratégias comuns para a distribuição dos serviços em laboratórios; contudo, as necessidades talvez determinem uma combinação de todas elas:

- Colunas visitáveis (shafts) para instalações internalizadas
- Zona de instalações e serviços lateral nas extremidades da edificação
- Pavimento intermediário para instalações e serviços

Colunas visitáveis (shafts) para instalações internalizadas: As colunas visitáveis (shafts) de instalações verticais são internalizadas e atravessam as lajes de piso conforme o necessário, 21.8. Embora seja a solução mais econômica, essa opção é a menos flexível em termos do planejamento do piso, Tabela VII.

Tabela V Critérios de projeto para instrumentos e equipamentos sensíveis, sem isolamento vibratório

Curva de critério	V_{RMS} ($\mu\text{m/s}$)*	Nível de velocidade (dB) Ref.: 0,025 $\mu\text{m/s}$	**Tamanho dos detalhes (μm)	Descrição do uso
Oficina (ISO)	800	90	Não Disponível	Vibração claramente percebida. Adequado para oficinas e áreas de trabalho não delicadas.
Escritório (ISO)	400	84	Não Disponível	Vibração percebida. Adequado para escritórios e áreas de trabalho não delicadas.
Ambulatório (ISO)	200	78	75	Vibração praticamente imperceptível. Adequado para áreas de descanso na maioria dos casos. Provavelmente adequado para equipamentos de informática, equipamentos de testagem com sonda e microscópios de baixa potência (ampliação de até 20 \times).
Sala de cirurgia (ISO)	100	72	25	Vibração imperceptível. Adequado para áreas de descanso sensíveis. Apropriado na maioria dos casos para microscópios com ampliação de até 100 \times e outros equipamentos de baixa sensibilidade.
VC-A	50	66	8	Adequado na maioria dos casos para microscópios óticos com ampliação de até 400 \times , microbalanças, balanças óticas, alinhadores de proximidade e projeção, etc.
VC-B	25	60	3	Um padrão adequado para microscópios óticos com ampliação de até 1.000 \times , equipamentos de inspeção e litografia (incluindo <i>steppers</i>) com 3 μm de largura de linha.
VC-C	12,5	54	1	Um padrão adequado para a maioria dos equipamentos de litografia e inspeção com detalhamento de 1 μm .
VC-D	6	48	0,3	Adequado na maioria dos casos para os equipamentos mais exigentes incluindo microscópios eletrônicos (<i>TEMs</i> e <i>SEM</i> s) e sistemas <i>e-Beam</i> , operando no limite de sua capacidade.
VC-E	3	42	0,1	Um critério difícil de se atender na maioria dos casos. É considerado adequado para os sistemas sensíveis mais exigentes, incluindo sistemas de laser de longo alcance e outros pequenos, além de sistemas que exigem uma estabilidade dinâmica extraordinária.

* Micrómetro ou micron.

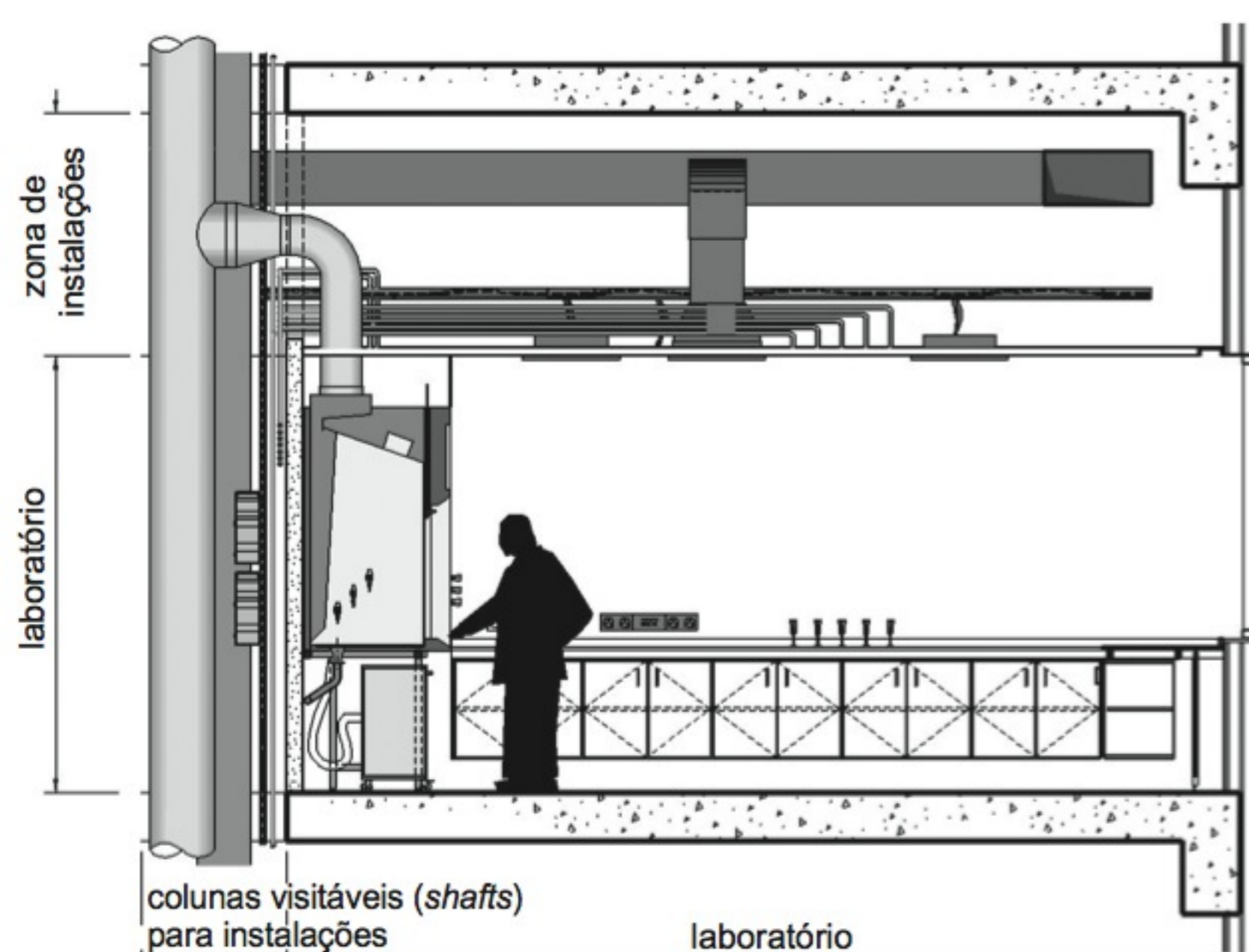
** O tamanho dos detalhes se refere à largura das linhas para fabricação de microeletrônicos, o tamanho da partícula (célula) para pesquisas médicas e farmacêuticas, etc. Os valores apresentados consideram a observação de que os requisitos de vibração de muitos itens dependem do tamanho dos detalhes do processo.

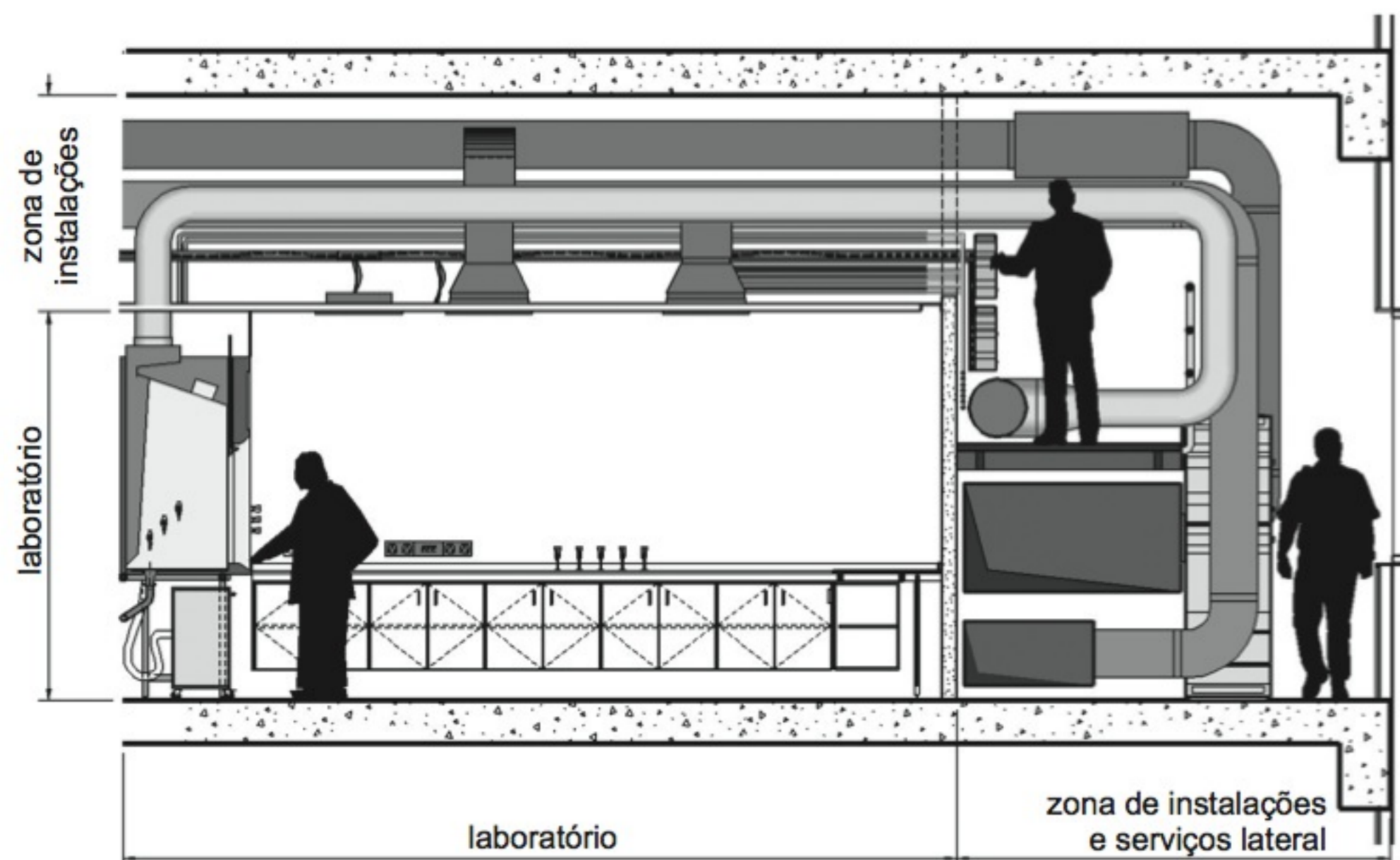
Tabela VI Técnicas básicas para controle da vibração

Controle da vibração	Técnica
Localização da edificação	Longe do trânsito e outras fontes de vibração
Localização da sala e características do piso	<i>Radier</i> , lajes rígidas ou pisos com isolamento
Localização dos equipamentos	Longe do centro dos vãos estruturais ou equipamentos motorizados
Mesas ou bancadas com alta rigidez e pouco peso	Bancadas com estrutura alveolar
Isolamento direto de equipamentos	Pés de borracha, molas a gás ou isoladores
Isolamento por vibração ativa	Atuadores piezoelétricos ou eletrodinâmicos

Tabela VII Prós e contras das colunas visitáveis (*shafts*) para instalações internalizadas que atravessam as lajes de piso

Prós	Contras
Visibilidade potencialmente sem restrições	Flexibilidade restrita
Duto para instalações horizontais curtas nos rebaixos	As alterações talvez prejudiquem os espaços adjacentes
Ocupação mínima do piso	Acesso à manutenção dentro de ambiente "limpo"
Impacto de baixo custo	

**21.8** Colunas visitáveis (*shafts*) para instalações internalizadas que atravessam as lajes de piso.



21.9 Zona de instalações e serviços lateral nas extremidades da edificação.

Zona de instalações e serviços lateral nas extremidades da edificação: Uma zona de instalações vertical contínua é localizada ao longo da área do laboratório, 21.9. Essa opção oferece uma boa flexibilidade e acesso para manutenção, e possivelmente é a mais adequada para locais com vistas inadequadas ou desagradáveis em uma das laterais – Tabela VIII.

Pavimento intermediário para instalações e serviços: Uma zona completa reservada para instalações e equipamentos em um pavimento é localizada acima ou entre os pavimentos do laboratório, 21.10. Possivelmente, essa é a opção mais cara, mas ela oferece o máximo de flexibilidade e um acesso excelente para a manutenção com prejuízo mínimo às funções do laboratório – Tabela IX.

2.05 Organização do espaço

As definições a seguir se aplicam aos fins de dimensionamento de espaços:

Tabela VIII Prós e contras de uma zona de instalações e serviços lateral nas extremidades da edificação

Prós	Contras
Boa flexibilidade, especialmente se as instalações forem modulares	Visão restrita em um dos lados
Duto para instalações horizontais curtos dentro dos plenos	Impacto de custo médio
Acesso à manutenção fora do ambiente “limpo”	Ocupa uma zona específica da planta baixa

Tabela IX Pavimento intermediário para instalações e serviços

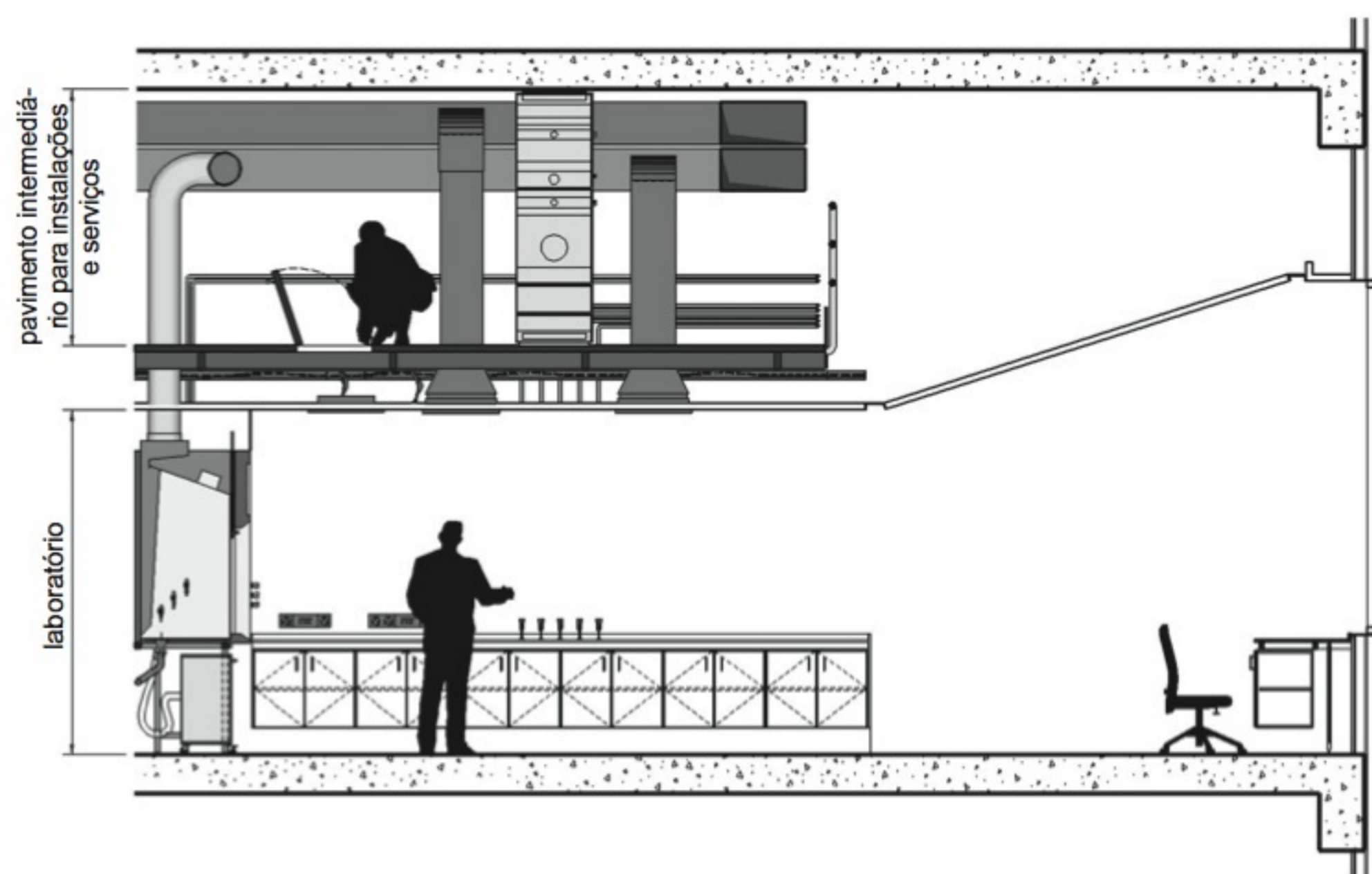
Prós	Contras
Sem restrições às vistas externas	Alto custo
Flexibilidade total para laboratórios acima ou abaixo	Aumento da altura do edifício
Acesso à manutenção fora do ambiente “limpo”	
Instalações horizontais limitadas dentro do forro rebaixado	

- *Funcionário do laboratório:* Um usuário que é encarregado de uma área de bancada dentro do espaço principal do laboratório.
- *Pesquisador:* Um usuário que está diretamente envolvido no trabalho científico, inclusive funcionários que talvez não tenham uma área de bancada dentro do espaço principal do laboratório (por exemplo, funcionários que trabalham principalmente em aplicativos de informática ou funcionários seniores que talvez trabalhem principalmente em um espaço de escritório).

2.06 Designações de espaço

Para fins de organização, as diferentes áreas de um laboratório são divididas em espaços principais, secundários, terciários e complementares.

Espaço principal: Área onde os pesquisadores realizam suas tarefas. Ele se divide em espaço de laboratório principal e escritórios ou salas de redação de relatórios e resultados de exames, cada um com exigências diferentes para acomodações e instalações.



21.10 Pavimento intermediário para instalações e serviços.

O espaço principal de laboratório geralmente inclui:

- Espaços de bancada distribuídos para os funcionários do laboratório, incluindo aqueles que também utilizam escritórios ou salas de redação, equipados com instalações adequadas e área de armazenagem local.
- Postos de trabalho adicionais associados a um equipamento ou procedimento experimental, que não constituem o local principal de trabalho de um indivíduo, mas podem ser usados por uma ou mais pessoas ocasionalmente, e que incluem terminais com computadores e outros recursos de tecnologia da informação, capelas, capelas de segurança e gabinetes de fluxo laminar.
- Armários compartilhados para equipamentos e materiais de laboratório.
- Equipamentos gerais compartilhados, painéis e quadros de avisos, interfonos, dispensadores.
- Equipamentos para remoção de lixo.
- Instalações adequadas ao tipo de laboratório.

Os escritórios ou salas de redação de relatórios e resultados de exames geralmente incluem:

- Áreas de redação para funcionários (com computadores)
- Escritórios para funcionários seniores
- Escritórios para os membros da equipe que não utilizam um posto de trabalho dentro do laboratório
- Postos de trabalho para as secretárias
- Instalações adequadas ao tipo de espaço (semelhante a um escritório padrão)

Espaço secundário: Às vezes chamados de “áreas de apoio” incluem todas as áreas que acomodam funções diretamente relacionadas às operações realizadas no espaço principal.

O espaço secundário geralmente inclui:

- Equipamentos como salas de aparelhos, salas de instrumentos e salas de preparação, que talvez não tenham necessidade de acomodações ou equipamentos especiais, mas que funcionam melhor quando separadas dos laboratórios principais, aumentando sua utilização com o uso compartilhado.
- Equipamentos altamente especializados, como salas de contenção, salas da fermentação e salas de descontaminação, cujas necessidades de acomodação são muito distintas dos laboratórios principais.
- Uma ampla variedade de instalações mecânicas e elétricas, cabos de telecomunicações e tubulações, desde que adequadas ao tipo de espaço.

Espaço terciário: São aqueles cujas funções, além dos espaços principais e secundários, possibilitam ao laboratório o cumprimento de suas metas. Eles incluem outros espaços, como salas de conferência ou reunião, áreas de interação, depósitos gerais, etc.

Espaços complementares (geralmente incluem):

- Recepção
- Sala de limpeza
- Corredores, elevadores ou escadas
- Lavatórios
- Poços para instalações
- Áreas de circulação ou apoio que não fazem parte dos espaços principais, secundários ou terciários.

2.07 Cálculo de áreas

A *área útil líquida* é a soma dos espaços principais, secundários e terciários. Em laboratórios e em espaços com planta baixa aberta (por exemplo, escritórios com ocupação múltipla ou salas para a redação de relatórios e resultados de exames), a medida dos espaços de circulação secundário e sua contribuição para a área útil líquida ou para a área complementar talvez dependa da configuração dos espa-

ços e do ponto em que o espaço de circulação venha a contribuir para o uso do espaço, que não exclusivamente para acesso e circulação. As planilhas de área e desenho evidentemente precisam identificar quais áreas foram medidas como parte das áreas complementares.

$\text{Área útil líquida} = \text{espaço principal} + \text{espaço secundário} + \text{espaço terciário}$

A *área interna bruta* é a soma da área útil líquida e das áreas complementares. A área interna bruta não inclui as áreas ocupadas por máquinas. É muito difícil definir a área necessária para a casa de máquinas ainda nos estágios iniciais do projeto, uma vez que, dependendo da necessidade, ela talvez represente algo entre 25 a 100% da área de piso do laboratório. Portanto, os dados comparativos serão mais úteis se as casas de máquinas forem excluídas das áreas complementares e da área interna bruta.

$\text{Área interna bruta} = \text{área útil líquida} + \text{área complementar}$

2.08 Zoneamento

Adjacências funcionais dos espaços principais, secundários e terciários:

O zoneamento da edificação entre espaços de laboratório e não laboratório reduzirá os custos. A ventilação do laboratório, por exemplo, talvez exija 100% de ar externo, enquanto os espaços de não laboratório podem ser projetados com ar recirculado ou ventilação natural, semelhante a um edifício de escritórios.

O espaço principal de laboratório geralmente é projetado em forma de módulos para se adequar ao tamanho das equipes de laboratório e suas necessidades em termos de espaços secundários nas proximidades do espaço principal.

Uma vez que as áreas secundárias serão compartilhadas pelas equipes do laboratório, é preciso incluir uma zona ou corredor de separação entre ambas, de forma a impedir qualquer interferência sobre as pesquisas em andamento nas áreas de ensino.

Segundo as diretrizes do *Workplace Health and Safety* (Saúde e Segurança no Ambiente de Trabalho), os escritórios e salas de redação de relatórios e resultados de exame principais devem estar fisicamente separados das funções de laboratório. Isso garante que as atividades de laboratório fiquem confinadas a áreas com acabamentos adequados, contenção e tratamento de ar. As considerações para as adjacências entre a sala de redação e o espaço de laboratório incluem:

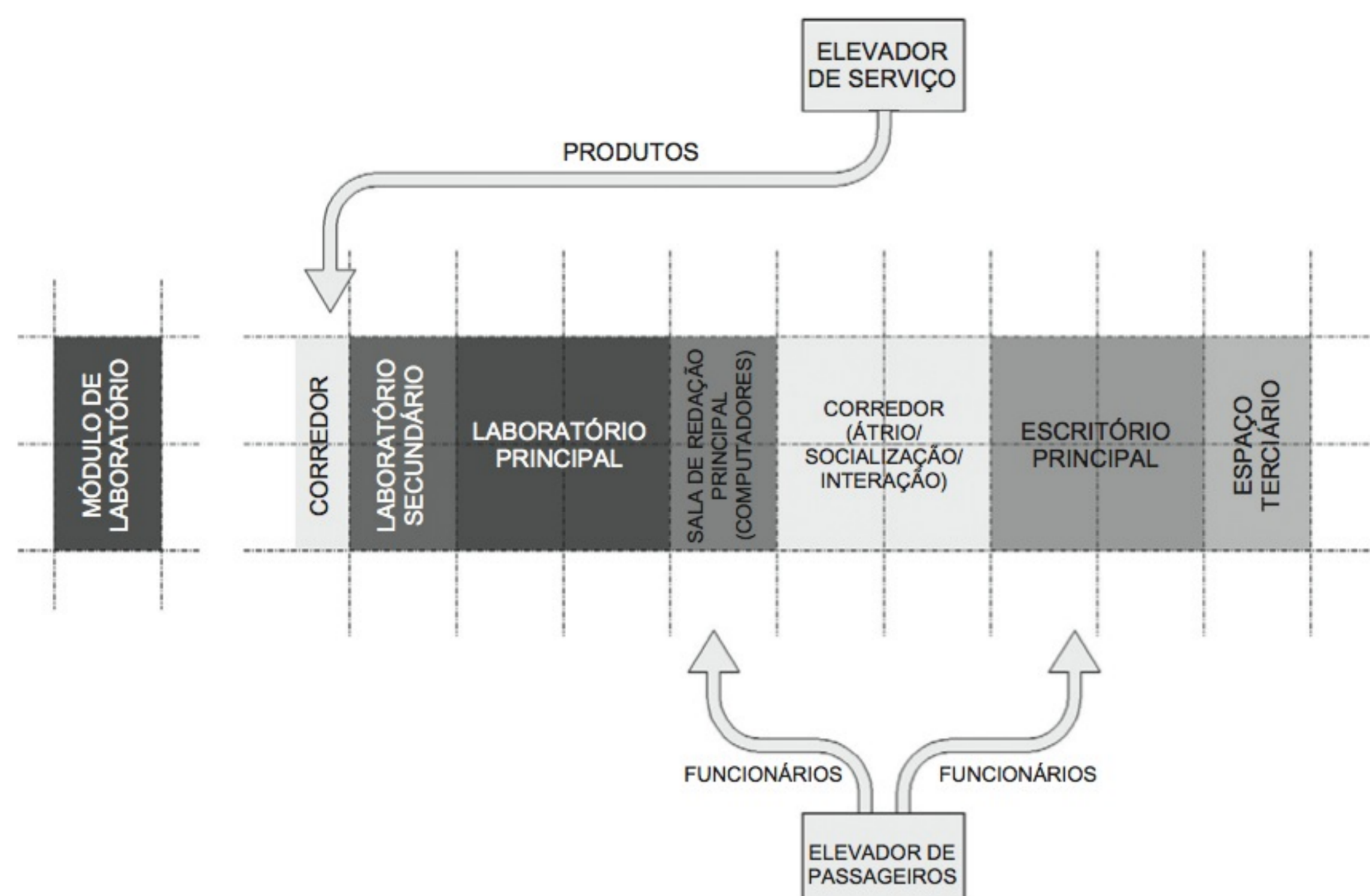
- *Visibilidade ou segurança física:* Se ocorrem processos no laboratório que exijam visualização a partir da sala de redação ou se os laboratórios forem pequenos e capazes de acomodar um número reduzido de pessoas por vez, então os laboratórios e a sala de redação devem estar diretamente adjacentes e separados por paredes de vidro.
- *Conveniência:* Se o usuário estiver redigindo relatórios ou resultados de exames e conduzindo uma experiência simultaneamente, então a adjacência direta é recomendável.
- *Preferência do usuário:* Se nenhum dos casos acima se aplicar, então é uma questão de preferência do usuário.

Os espaços terciários nem sempre precisam ficar perto das áreas principais e secundárias. Sua localização é uma questão de preferência e deve ser determinada por meio de conversas com os usuários.

A Figura 21.11 mostra uma das opções de zoneamento dos espaços principais, secundários e terciários em um equipamento. O exemplo mostrado seria adequado para um equipamento biomédico. Consulte a Tabela X para a proporção das áreas em relação à área de piso bruta.

Considerações para o leiaute

- *Vistas/espaço de parede:* Os usuários desejam que o laboratório tenha uma vista para o exterior ou será que este ficará



21.11 Leiaute da planta baixa ilustrando um exemplo de relação comum entre os espaços de laboratório principais, secundários, terciários e complementares em um equipamento biomédico.

Tabela X Tabela de áreas relativas para espaços principais, secundários e terciários em um laboratório. Áreas Relativas

Tipo de espaço de laboratório	% de área bruta
Espaço principal de laboratório	18–23
Espaços principais de escritório e sala de redação	14–18
Espaço principal total	32–36
Espaço secundário	16–23
Espaço principal total mais espaço secundário	50–59*
Espaço terciário	9–18
Área útil líquida total	65–70
Área interna bruta (exceto casas de máquinas)	100

* A relação entre os espaços secundários e principais fica entre 40 e 70%. Ela dependerá, entre outros itens, da distribuição dos equipamentos entre o espaço de laboratório e as salas de instrumentos especializadas.

localizado no interior do prédio com o espaço de parede sendo ocupado por bancadas e equipamentos?

- **Sensibilidade à luz:** Alguns métodos científicos não exigem ou não devem ser expostos à luz natural. Instrumentos especiais e equipamentos como os aparelhos de ressonância magnética nuclear, microscópios de elétrons e lasers não funcionam adequadamente sob a luz natural. Geralmente, eles se localizam no interior da edificação.
- **Configuração do espaço:** Em geral, os espaços regulares e retangulares são os mais eficientes para laboratórios. Quaisquer irregularidades no perímetro do espaço reduzem a área utilizável total.
- **Laboratórios com planta livre ou compartimentados:** O conceito de laboratório com planta livre é significativamente diferente do laboratório compartimentado do passado, que se baseava em acomodar o investigador principal individualmente. Em laboratórios com planta livre, os pesquisadores não compartilham apenas o espaço, mas também os equipamentos, as bancadas de trabalho e os funcionários de apoio. Esse formato facilita a comunicação entre os cientistas e simplifica a adaptação do laboratório às necessidades futuras.

2.09 Áreas ou espaço de trabalho

Acadêmicas (para ensino): Nas escolas de ensino fundamental, a ciência é considerada uma das atividades práticas especializadas do currículo e, em geral, utiliza um espaço que também poderia ser usado para ensinar projetos, tecnologia (inclusive alimentação) e arte. Esse espaço também pode ser uma sala independente ou uma subdivisão de uma sala de aula padrão, **21.12a**. As necessidades mí-

nimas para esses espaços são uma pia, piso lavável e mobiliário para atividades práticas “molhadas”. As áreas necessárias são indicadas na Tabela XI.

Em escolas de ensino médio, os laboratórios geralmente são situados em conjuntos de salas. Além dos laboratórios (cujo número pode ser estimado a partir da Tabela XII), espaços não docentes de apoio são necessários, como áreas para preparação e armazenamento. Essas áreas também disponibilizariam uma base para os funcionários do departamento, com espaço para a armazenagem segura dos registros dos alunos e outros documentos. Outros espaços letivos associados para alunos maiores de 16 anos podem incluir espaços como uma pequena sala para projetos de ciência, uma estufa ou uma sala de microbiologia, **21.12b** e **21.12c**.

No ensino superior, a distinção tradicional entre laboratórios para ensino e de trabalho se tornou menos importante, e um número cada vez maior de instituições está integrando ambas. Há várias razões para se criar laboratórios “homogêneos”:

- Os alunos de todos os níveis entram em contato com as técnicas atuais.
- A interação entre o corpo docente, os alunos do pós-graduação e os alunos da graduação é incentivada.
- Um módulo padronizado de laboratório acomoda quaisquer alterações com facilidade.
- Os equipamentos comuns e especializados podem ser compartilhados, reduzindo os custos.
- Os equipamentos de uso comum podem dividir os espaços de apoio e as salas especializadas.
- A maior utilização dos espaços e equipamentos justifica ainda mais os custos do projeto.
- Os laboratórios para ensino podem ser utilizados para pesquisas durante as férias.

Por essas razões, os padrões aplicáveis aos laboratórios de pesquisa acadêmica também se aplicam ao ensino superior – Tabela XIII.

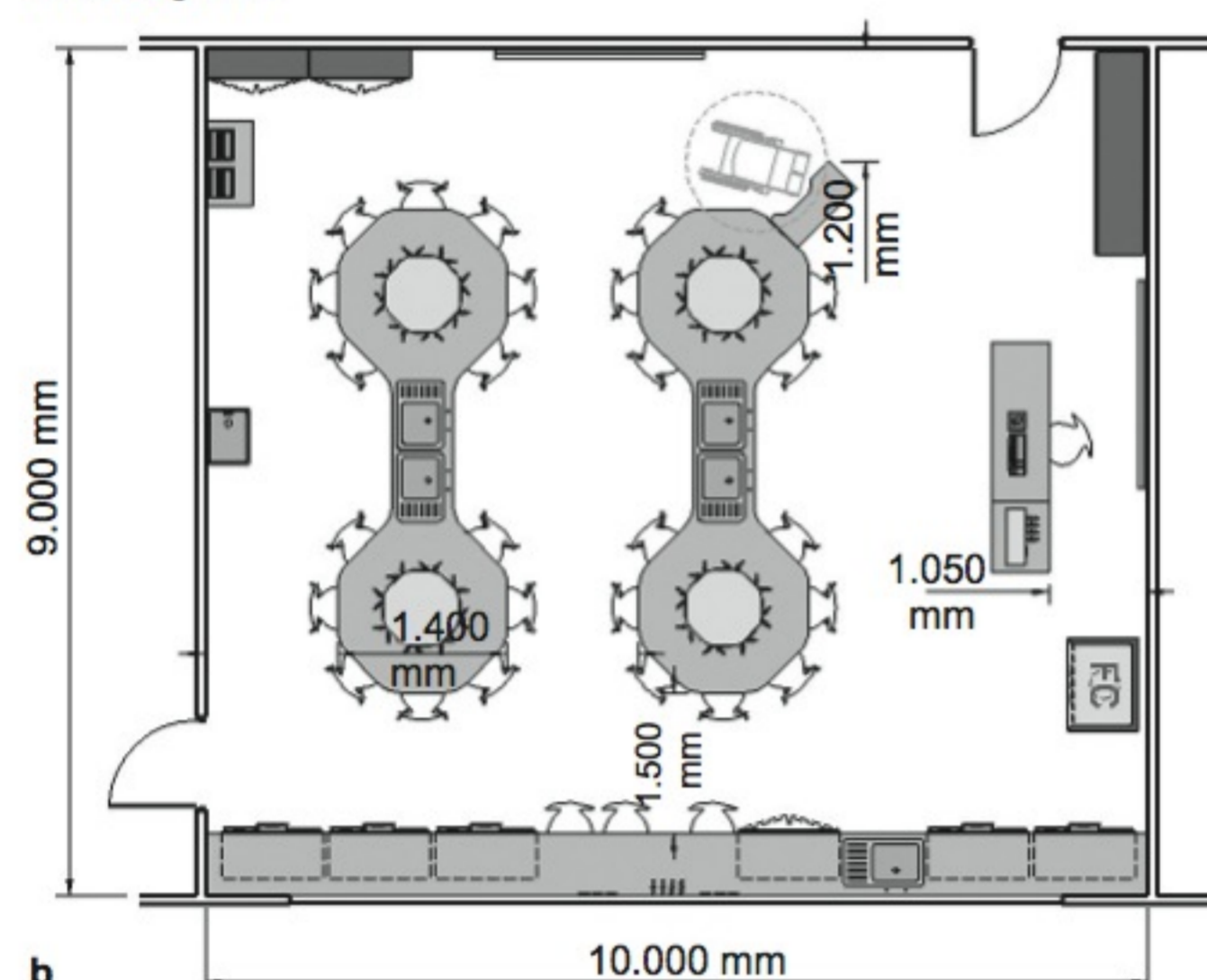
Pesquisa acadêmica, governamental, privada/corporativa: É possível distribuir o laboratório conforme o espaço por pesquisador (por exemplo, laboratórios de química e biologia) ou pelas exigências impostas pelos equipamentos (por exemplo, laboratórios analíticos e de engenharia), resultando em diferenças cada vez maiores entre as instalações. Neste manual, as áreas indicadas se baseiam no espaço por pesquisador. Os laboratórios projetados para equipamentos específicos exigem consideração individual junto aos usuários com base no projeto. A Tabela XIII apresenta as

38 m²: conjunto de laboratórios em escola de ensino fundamental para atividades com ciência e alimentos



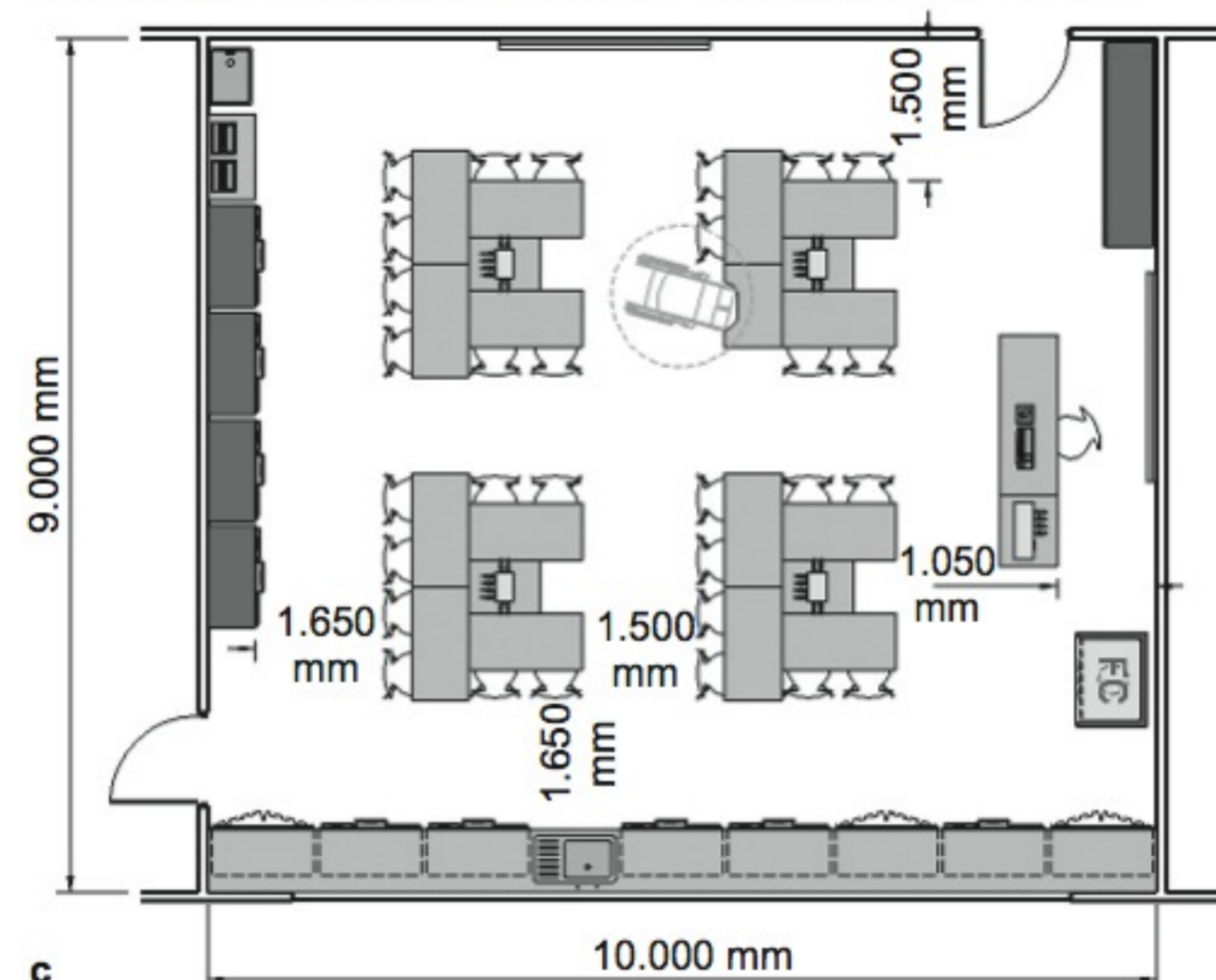
a

90 m²: conjunto de laboratórios para escolas de ensino médio – leiaute com ilhas octogonais



b

90 m²: conjunto de laboratórios para escolas de ensino médio com colunas de serviço para instalações individualizadas para grupos de oito alunos



c

21.12 Leiautes comuns para equipamentos acadêmicos (para ensino) (a) escola de ensino fundamental; (b) e (c) conjunto de laboratórios para escolas de ensino médio.

áreas médias recomendadas para trabalhadores ou pesquisadores de laboratório nos setores da pesquisa acadêmica e governamental.

Observe que um biólogo precisa de menos armários de segurança do que um químico, por exemplo; contudo, há uma necessidade significativamente maior de equipamentos de apoio, como refrigeradores, incubadoras, centrífugas e salas com controle ambiental. O balanço dos requisitos do espaço geral, com a finalidade de flexibilidade deve ser genérico.

Com frequência, os setores privados e corporativos têm padrões próprios para a organização espacial. Eles geralmente usam valores de referência para estimar a quantidade de espaço e de bancadas a ser disponibilizada para cada pesquisador. De certa forma, os valores de referência talvez sejam pouco confiáveis, pois é difícil obter dados seguros e relevantes. Há uma variedade muito

Tabela XI Padrões espaciais para laboratórios de ensino fundamental

Escola de Ensino Fundamental (sala conjunta para alimentos, ciência ou projetos e tecnologia) Padrões espaciais baseados no *Building Bulletin 99: Briefing Framework for Primary School Projects*, DFES (BB 99, consulte as Referências Bibliográficas)

Número de vagas	Tamanho da turma (número máximo)	Tamanho médio da sala (m ²)	Número de salas (mínimo)
Menos de 120	8	24	1
121–419	8	38	1
420 e acima	15	38	2

Tabela XII Padrões espaciais para laboratórios de ensino médio

Escola de Ensino Médio para alunos de 11 a 16 anos, sem ênfase no currículo Padrões espaciais baseados no *Building Bulletin 98: Briefing Framework for Secondary School Projects*, DFES (BB 98, consulte as Referências Bibliográficas)

Número de vagas	Tamanho da turma (número máximo)	Tamanho médio da sala (m ²)	Número de salas (mínimo)
577–642	30	90	5
850–945	30	90	7
1.125–1.251	30	90	9
1.399–1.555	30	90	11

Escola de Ensino Médio para alunos de 11 a 16 anos com currículo voltado para ciência, criação de projetos e tecnologia Padrões espaciais baseados no BB 98

Número de vagas	Tamanho da turma (número máximo)	Tamanho médio da sala (m ²)	Número de salas (mínimo)
834–927	30	90	5

Além dos itens acima, é necessária uma área total de preparação e armazenamento com aproximadamente 0,4 m² por local de trabalho.

Escola de Ensino Médio para alunos com mais de 16 anos (sem ênfase no currículo) Padrões espaciais baseados no BB 98

Número de vagas	Tamanho da turma (número máximo)	Tamanho médio da sala (m ²)	Número de salas (mínimo)
100	30	90	1
250	30	90	2

Escola de Ensino Médio para alunos com mais de 16 anos (com currículo voltado para ciência, criação de projetos e tecnologia) Padrões espaciais baseados no BB 98

Número de vagas	Tamanho da turma (número máximo)	Tamanho médio da sala (m ²)	Número de salas (mínimo)
137–361	30	90	3

Além dos itens acima, é necessária uma área total de preparação e armazenamento com aproximadamente 0,5 m² por local de trabalho.

Tabela XIII Tabela de áreas médias por pessoa (setores acadêmicos e governamentais)

	Área/pessoa (m ²)
Área principal líquida do laboratório/funcionário do laboratório	6–10*
Área principal total líquida/pesquisador	10–16
Área principal líquida mais secundária/pesquisador	15–25
Área interna bruta (exceto casa de máquinas)/pessoa	20–30

* Acrescente 2–3 m² sempre que uma sala de redação de relatórios for incluída na área do laboratório.

ampla entre os dados comerciais mínimos e máximos, que reflete a complexidade de usos em laboratórios (por exemplo, nos Estados Unidos, os laboratórios podem variar de 22,7 m² a 41,1 m² por pesquisador, área principal líquida mais área secundária por pesquisador). As áreas indicadas na Tabela XIV são as diretrizes adotadas por uma grande empresa farmacêutica privada do Reino Unido.

Tabela XIV Tabela de áreas médias por pessoa (exemplos de diretrizes adotadas por uma grande empresa farmacêutica privada do Reino Unido)

	(m ²)
Área principal líquida do laboratório/funcionário do laboratório	10–11
Área principal total líquida/pesquisador	14–17
Área principal líquida mais secundária/pesquisador	18–24
Área interna bruta (exceto casa de máquinas)/pessoa	23–34

2.10 Circulação

- Corredores, escadas, elevadores, rampas, corrimãos e outras áreas complementares devem facilitar a movimentação de pessoas, materiais, lixo e equipamentos em relação às dimensões, configurações e portas de todas as rotas de acesso.
- A circulação de pedestres deve disponibilizar saída segura de cada laboratório individual e espaço de apoio do laboratório por meio de uma rota simples de saída para o exterior do prédio, no mesmo nível.
- A separação das áreas de trabalho e da circulação reduz a probabilidade de acidentes e facilita a evacuação quando houver perigo.
- O sistema de circulação deve levar em consideração os espaços contíguos recomendáveis para as relações entre as áreas de laboratório principais, secundárias e terciárias.

Os corredores podem ser simples, duplos ou triplos. Há várias opções para se organizar cada tipo, **21.13–21.15**.

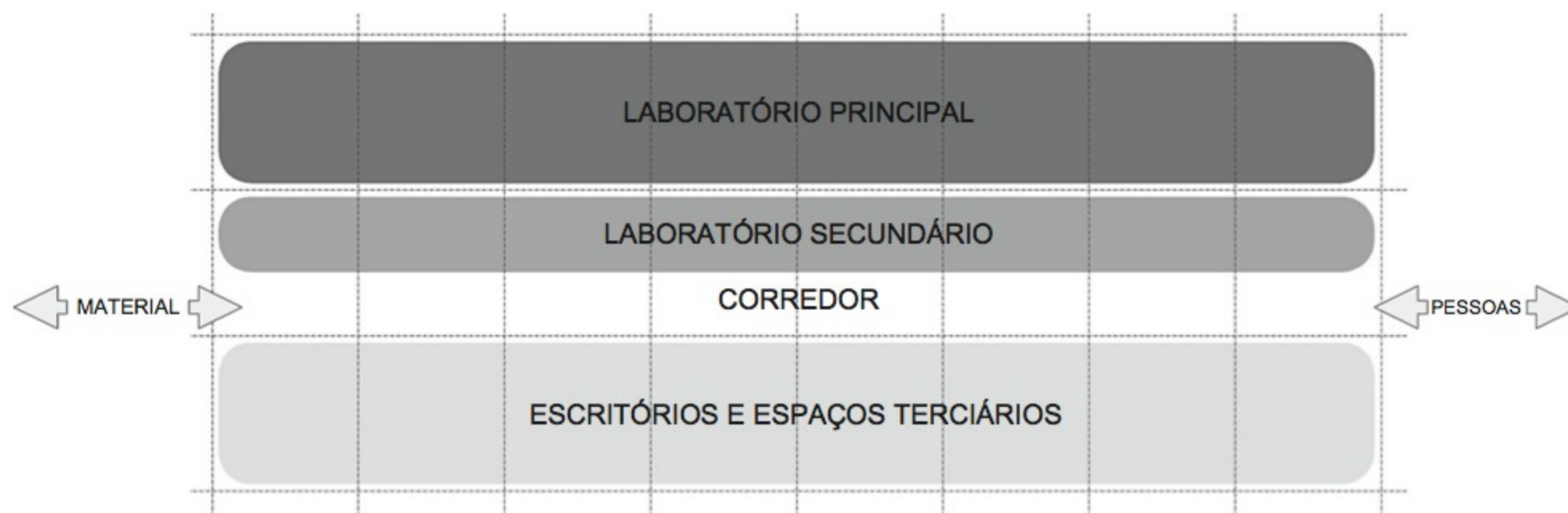
Distâncias dos espaços de circulação entre as bancadas: As distâncias recomendadas para os espaços de circulação entre as bancadas de laboratório são indicadas na Tabela XV e ilustradas em **21.16**.

Larguras dos espaços de circulação e corredores: As distâncias recomendadas para os espaços de circulação e corredores em laboratórios são indicadas na Tabela XVI e ilustradas em **21.17**.

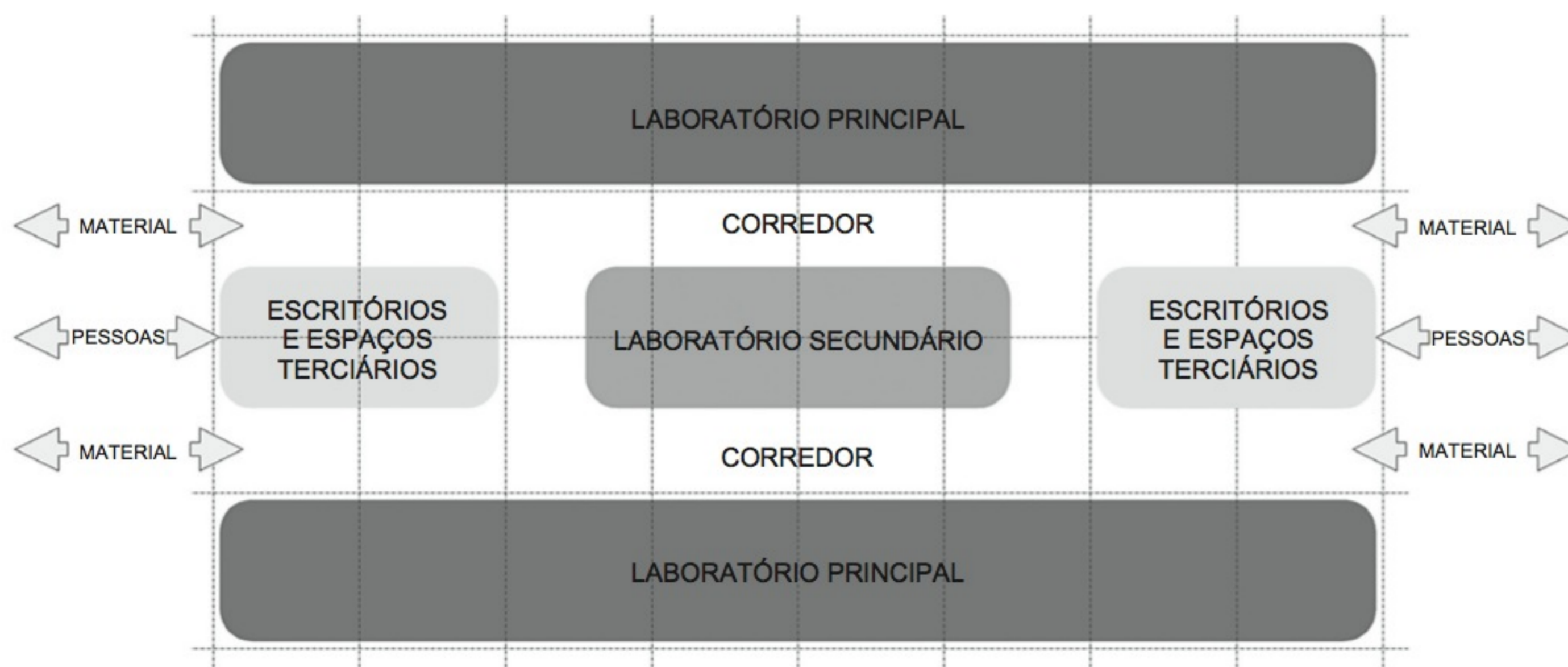
Portas: A Tabela XVII indica a largura mínima (o vão livre ou luz) recomendada para no mínimo uma das portas dos laboratórios e salas de equipamentos que acomodam a movimentação periódica de equipamentos. Isso pode ser obtido por meio da utilização de uma abertura com folha móvel de 900 mm (com vão livre de 800 mm para as exigências da *Disability Discrimination Act 1995*) e uma folha fixa de 300 mm. É preciso prever os equipamentos futuros e revisar as listas de equipamentos para verificar se os mesmos podem ser transportados e manobrados entre os espaços disponíveis.

Saídas de emergência: Conforme as *Building Regulations 2000 Approved Document B Volume 2* (Volume 2 do Documento Aprovado B das Normas de Construção Britânicas de 2000), os laboratórios são incluídos para esse fim no grupo dos escritórios, onde a distância máxima de deslocamento sempre que o percurso é possível em mais de uma direção é de 45 m; se houver apenas uma direção, a distância máxima é de 18 m. No passado, as *Building Regulations* estipulavam uma variável: distâncias de percurso de 18 metros se o percurso fosse possível em mais de uma direção e 9 metros se houvesse apenas uma direção em laboratórios com fontes de calor abertas (por exemplo, bicos de Bunsen), definindo-os como *Places of Special Fire Hazards* (Locais com Risco de Incêndio). Esse item não foi incluído na última revisão, uma vez que toda a segurança contra incêndio no ambiente de trabalho foi coberta pela *Regulatory Reform (Fire Safety) Order 2005* (Reforma Normativa [Segurança Contra Incêndio], Edição 2005), na qual uma pessoa responsável deve providenciar uma avaliação do risco de incêndio, **21.18**.

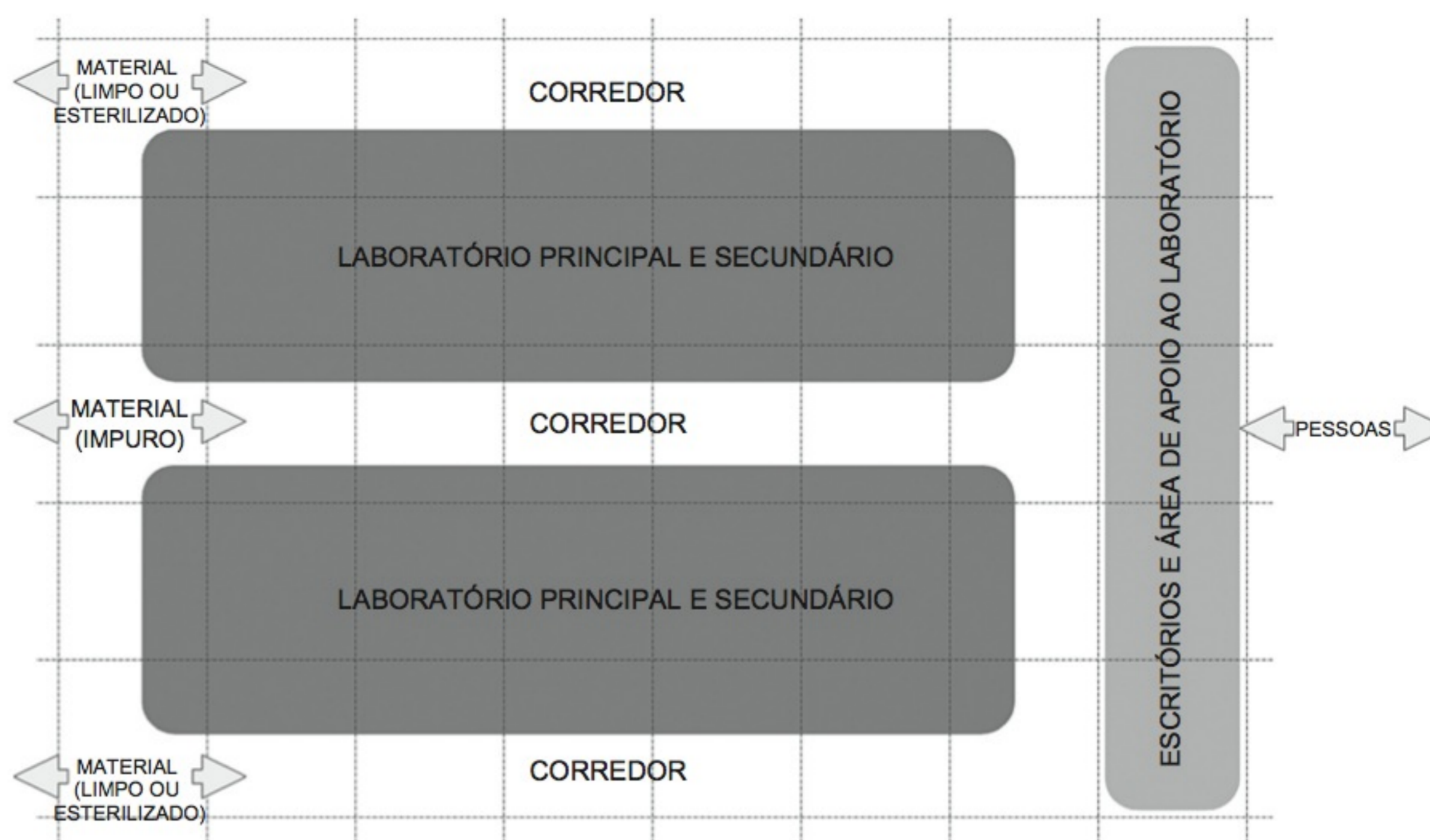
Sempre que um equipamento de laboratório que poderia oferecer riscos à saúde (como a explosão de armários de segurança) for situado no interior de uma saída de emergência, recomenda-se que uma rota alternativa seja prevista no projeto. Além disso, se a



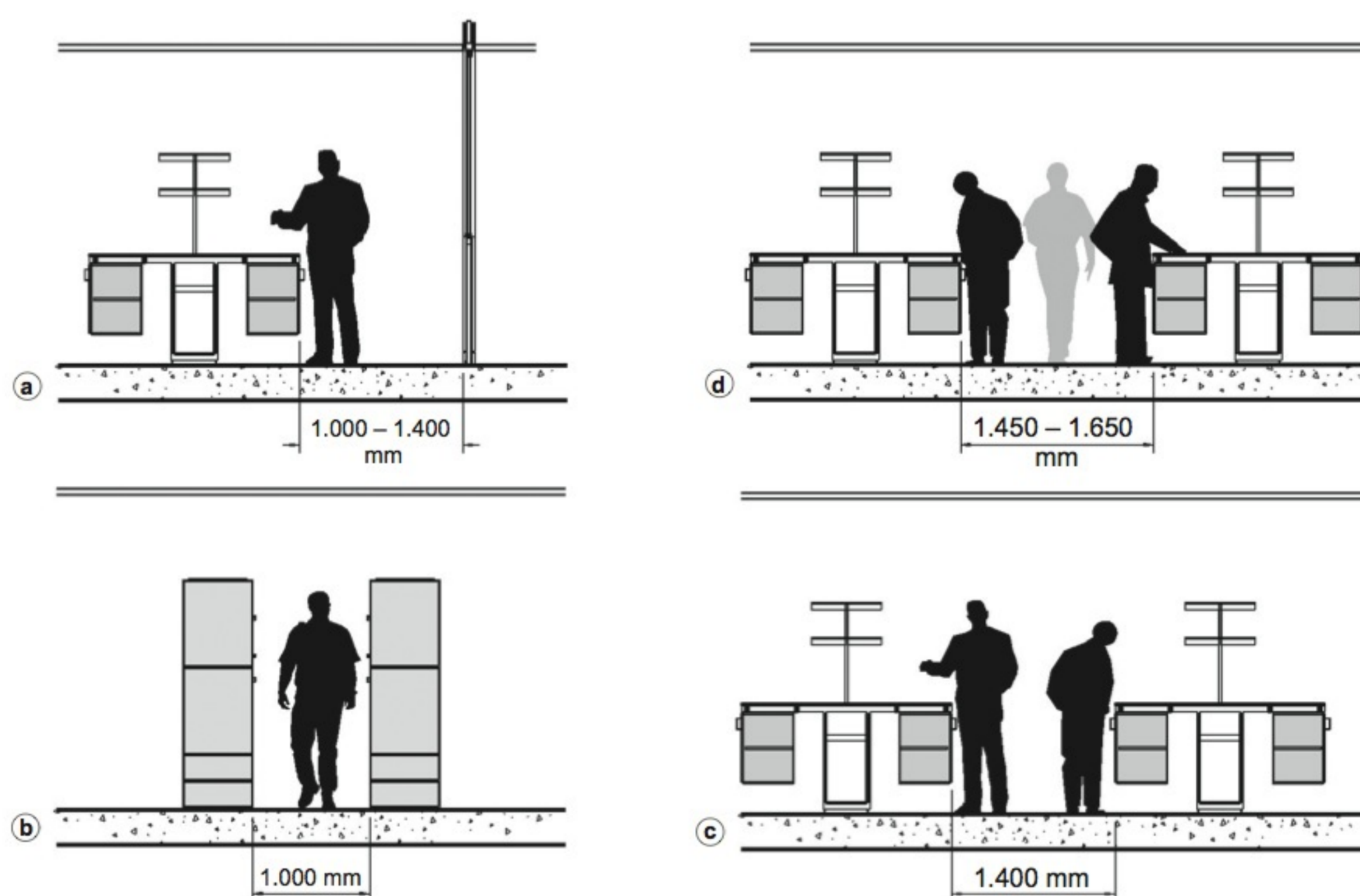
21.13 Diagrama ilustrando leiaute com um corredor. Esse leiaute é eficiente, mas talvez a rota de circulação única resulte em cruzamento de fluxos e conflitos entre materiais ou pessoas.



21.14 Diagrama ilustrando leiaute com dois corredores. Esse leiaute separa de maneira eficiente o fluxo de pessoas e materiais dentro do equipamento.



21.15 Diagrama ilustrando leiaute com três corredores. Esse leiaute é o mais adequado para otimizar a circulação no interior do equipamento, mas provavelmente é o menos eficiente em termos de área.



21.16 Espaços livres (a) bancada e parede ou equipamento, com passagem única; (b) bancada e/ou equipamento, sem postos de trabalho, com passagem única; (c) dois trabalhadores de costas um para o outro, com passagem única; (d) dois trabalhadores de costas um para o outro, com passagens múltiplas.

Tabela XV Espaço entre corredores recomendado para laboratórios

Distância mínima	Largura (mm)
Entre a frente da bancada ou posto de trabalho e uma parede oposta, outro móvel, equipamento ou rota de circulação (com uma pessoa na bancada)	1.000*–1.400*
Entre bancadas, móveis ou equipamentos sem espaços de trabalho em um dos lados, permitindo a passagem de uma pessoa por vez	1.000*
Entre duas pessoas de costas uma para a outra, mas sem a necessidade de que uma terceira pessoa passe entre bancadas, postos de trabalho ou equipamentos opostos onde há pessoas trabalhando	1.400*
Entre duas pessoas de costas uma para a outra quando deve haver espaço para uma terceira pessoa passar entre bancadas, postos de trabalho ou equipamentos opostos onde há pessoas trabalhando	(1.800 em casos muito específicos)

* 1.200 mm são necessários para o cumprimento da *Disability Discrimination Act 1995* e 1.500 mm em posição oposta a um armário de segurança ou armário de segurança microbiológica

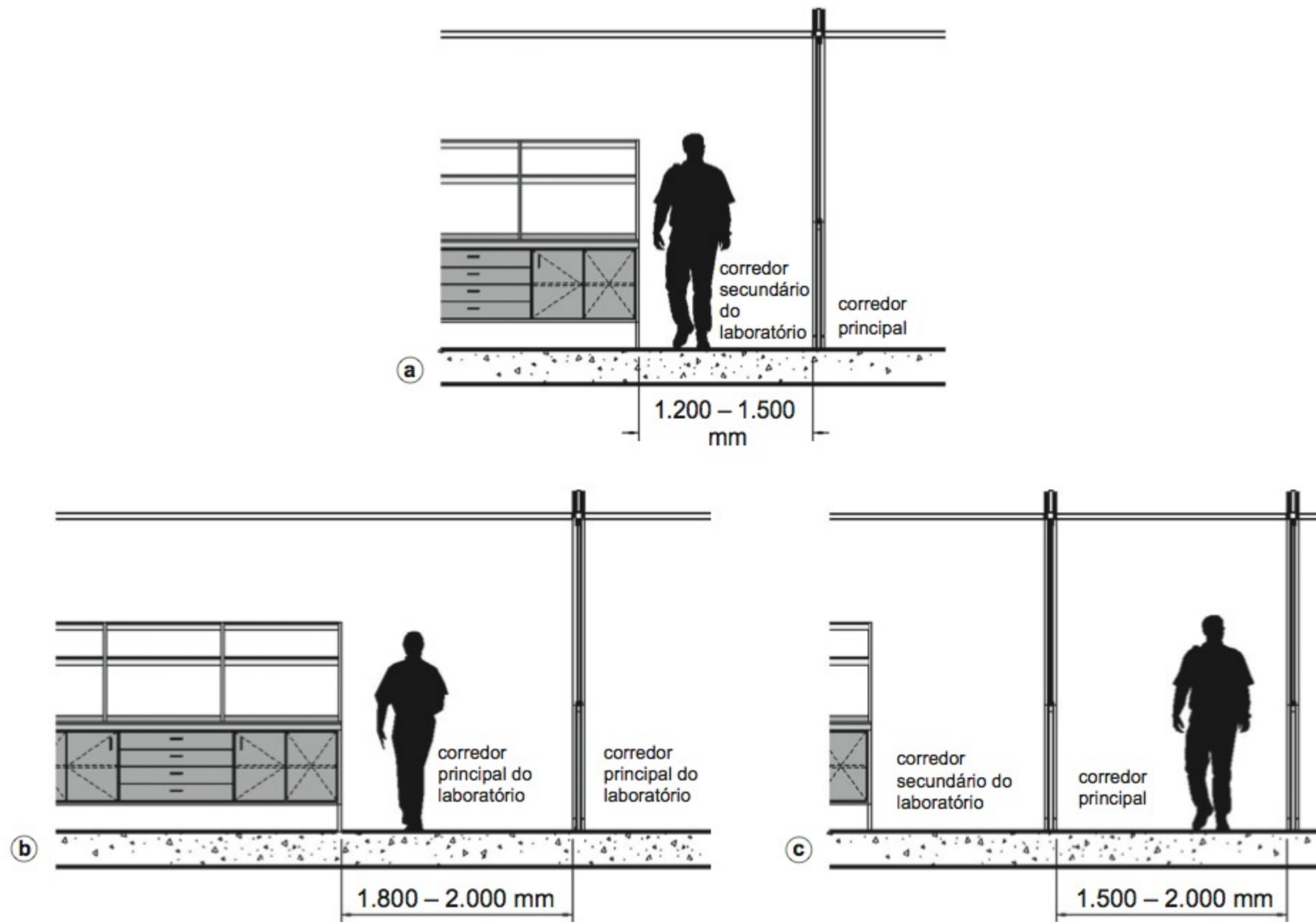
Tabela XVI Larguras dos corredores e espaços entre bancadas

	Largura (mm)
Espaços livres entre as extremidades das bancadas para possibilitar a circulação dentro do laboratório	1.200–1.500*
Espaços livres semelhantes, onde não há corredores separados para circulação geral fora do laboratório	1.800–2.000*
Corredores para circulação geral	1.500–2.000*

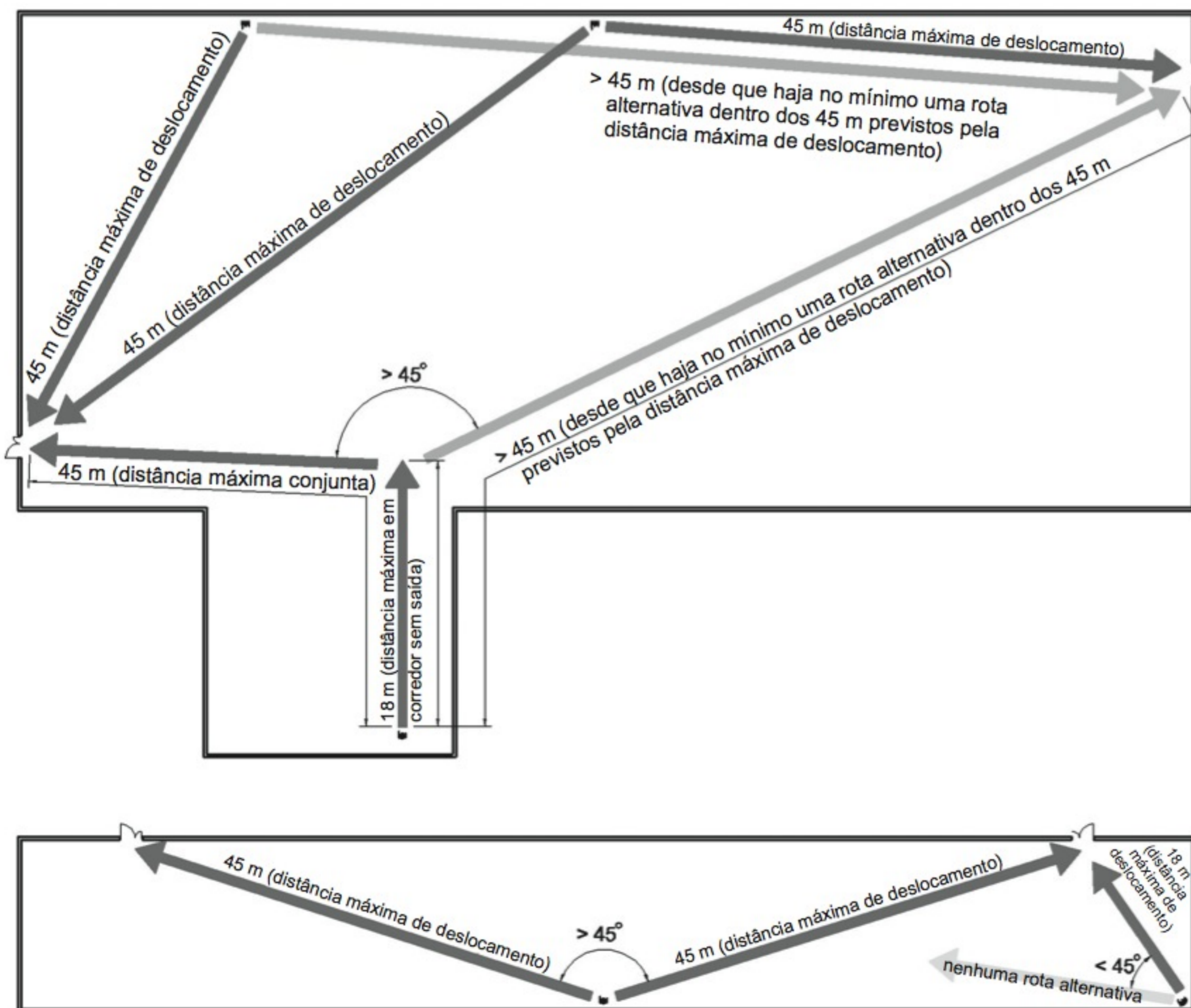
* Deve-se considerar que talvez o espaço entre as bancadas fique parcialmente obstruído, por funcionários utilizando as pias nas extremidades das bancadas, por portas que se abrem para o espaço designado, por equipamentos e por armários de segurança e armários de segurança microbiológica.

Tabela XVII Exigências para as larguras das portas (mínimas)

	Folhas	Largura da folha (mm)
No mínimo uma porta para acessar laboratórios e salas de equipamentos	1,5 folha	1.200 mm



21.17 Larguras de corredores e passagens (a) nas extremidades das bancadas, rotas adicionais de circulação dentro do laboratório; (b) nas extremidades dos corredores, uma forma de circulação dentro do laboratório; (c) circulação geral.



21.18 Saídas de emergência em um laboratório.

presença de cilindros de gás for necessária em um laboratório, os mesmos devem estar afixados de maneira segura e longe de qualquer saída de emergência ou saída final, **21.19**.

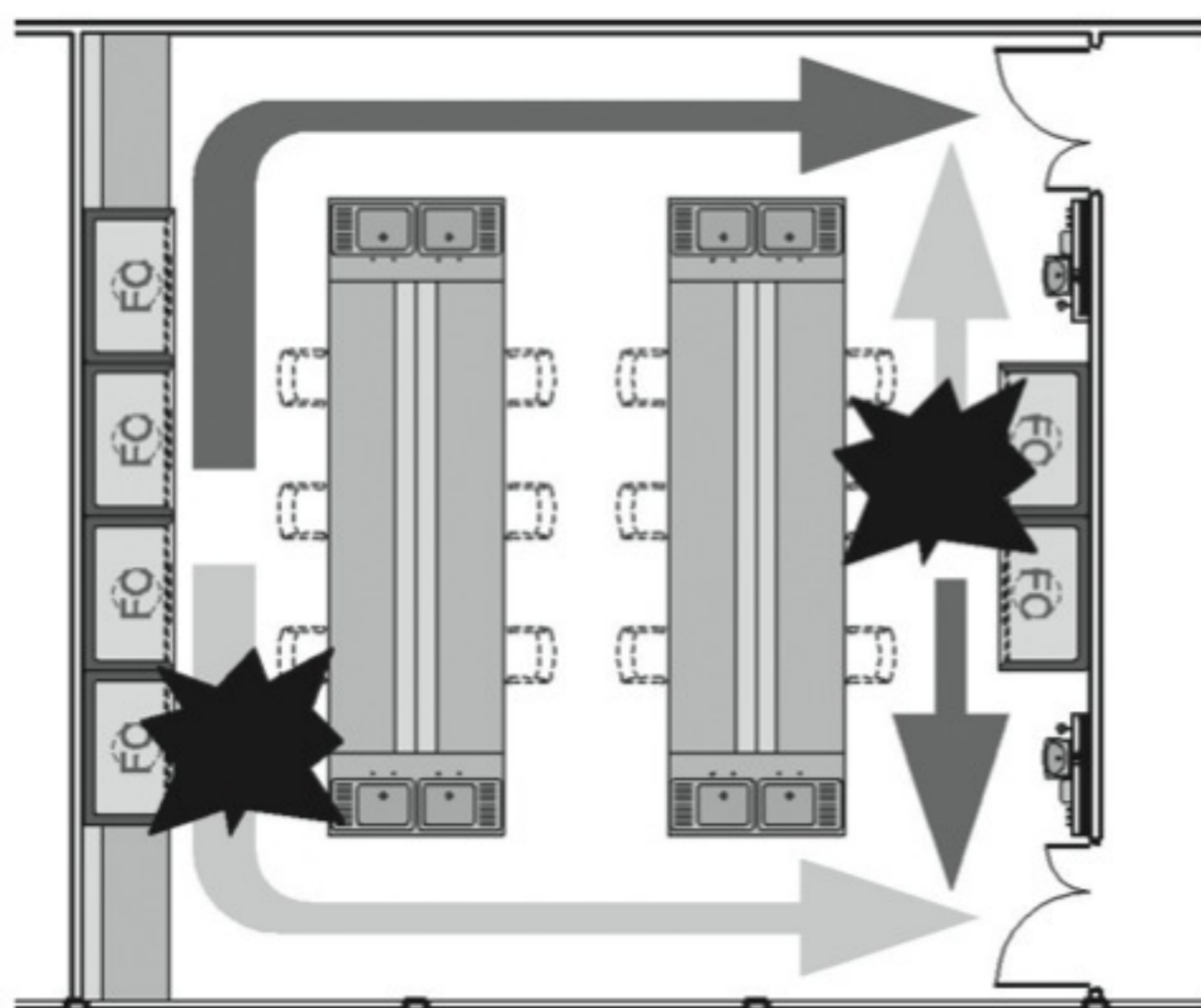
Elevadores: O elevador de serviço também é usado como acesso à casa de máquinas para o transporte de equipamentos relevantes. Em geral, os engenheiros preveem um elevador com a capacidade de transportar um cubo de 2 m de altura (no mínimo) para permitir que equipamentos de climatização sejam desmontados e levados dentro do elevador; em geral, esse tamanho é adequado para acomodar até os maiores equipamentos de laboratório, como

um congelador de -80°C ou um item de mobiliário. As exigências específicas devem ser confirmadas junto aos usuários.

2.11 Mobiliário

Os laboratórios devem ser projetados para permitir a redistribuição de mobiliário dentro dos limites da configuração modular. Dedique atenção especial à:

- Seleção das bancadas de laboratório e sistemas de armazenagem
- Distribuição dos sistemas de instalações e serviços



21.19 Rotas de fuga alternativas sempre que houver possíveis fontes de riscos.

O ideal é que as bancadas sejam móveis e tenham comprimentos (geralmente com ajustes de 1.000 mm para fabricantes de móveis no Reino Unido e 600, 900 ou 1.200 mm para fabricantes em outros países europeus), profundidades e alturas modulares que permitam a reconfiguração e a adaptação fácil do espaço.

Disponibilize móveis com regulagem de altura, sempre que possível, para acomodar vários equipamentos e exigências da *Disability Discrimination Act 1995*. Forneça, no mínimo, um posto de trabalho ou sala para redação de relatórios e resultados de exames em conformidade com a lei e de acordo com as exigências dos usuários para cada laboratório.

Comprimento, profundidade e altura das bancadas – escolas de ensino fundamental: Uma vez que a ciência é ensinada em uma área multifuncional ao redor de grupos de mesas, bancadas periféricas ou uma combinação de ambos e limitada a grupos de oito crianças, a única dimensão fundamental para o planejamento de tal espaço consiste em garantir o acesso para cadeiras de rodas aos principais equipamentos no interior do laboratório (Tabela XVIII, 21.20).

Comprimento, profundidade e altura das bancadas – escolas de ensino médio: Consulte a Tabela XIX, 21.21.

Comprimento, profundidade e altura das bancadas – ensino superior ou pesquisa: Uma bancada e uma cadeira de laboratório com regulagem de altura são recomendadas sempre que possível (conforme o orçamento e a necessidade de controle da vibração e de limpeza). É possível aumentar a flexibilidade ainda mais com a oferta de bancadas com o tampo removível, que permitem que os equipamentos colocados sobre o chão sejam acomodados como for necessário – Tabela XX, 21.22.

2.12 Armários

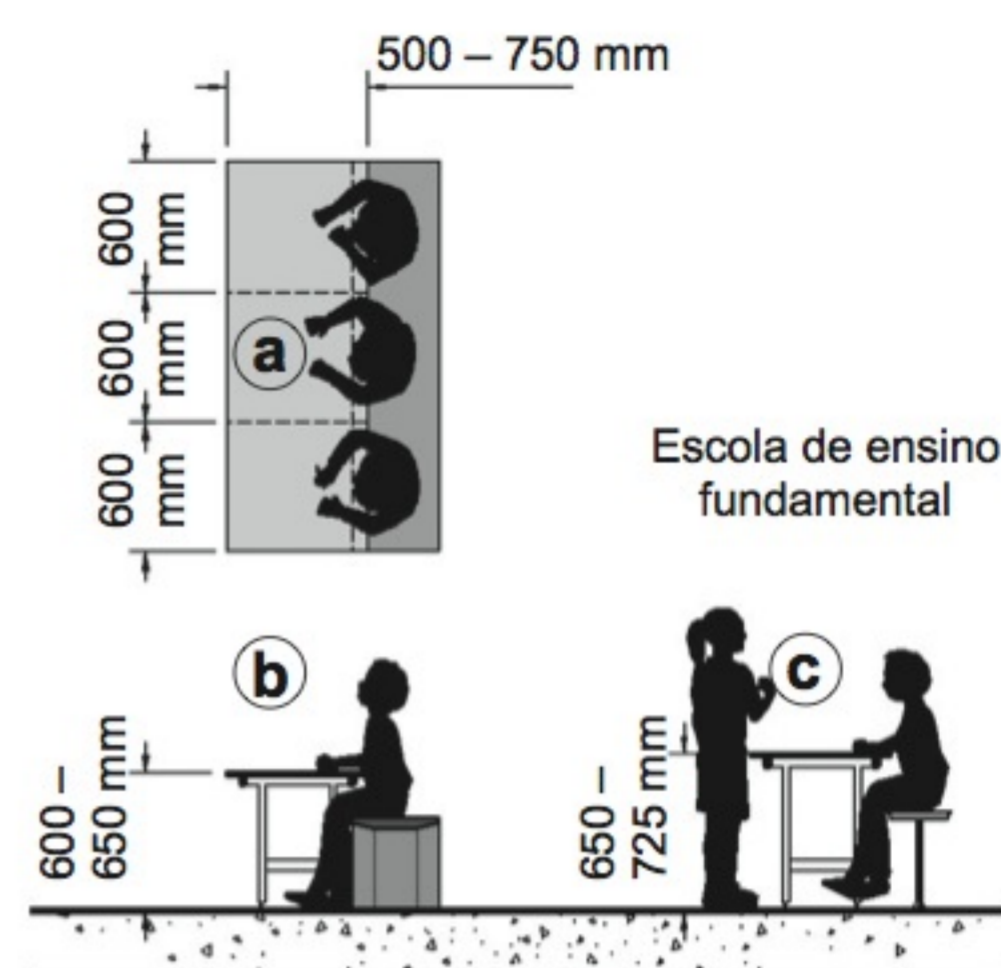
- Armários centralizados são mais indicados (para facilitar a manutenção, evitar a duplicação, promover a diversidade e um uso mais intenso dos equipamentos).
- As dimensões de profundidade e altura dos armários devem prever uma altura de alcance confortável.
- Modulados (baseado em tamanhos industriais padronizados sempre que possível).
- Móveis ou reguláveis.

Altura de alcance confortável: A altura de alcance confortável em um armário com 300–500 mm de profundidade colocado diretamente no chão é a seguinte – Tabela XXI, 21.23.

Profundidade e altura do armário: A profundidade dos armários deve ficar entre 300 e 500 mm para facilitar o acesso e permitir que ele fique no mesmo nível do tampo da bancada e do corrimão, 21.24. A altura máxima e o nível mais baixo de armazenagem usado com frequência devem se basear no alcance confortável. As zo-

Tabela XVIII Dimensões recomendadas para as bancadas de laboratório usadas por alunos em escolas de ensino fundamental

	Dimensão (mm)
Comprimento da bancada por aluno	600 mm
Profundidade livre da bancada em condições regulares	500–750 mm
Altura da bancada:	
Sentado	600–650 mm
De pé ou sentado em banco de laboratório	650–725 mm

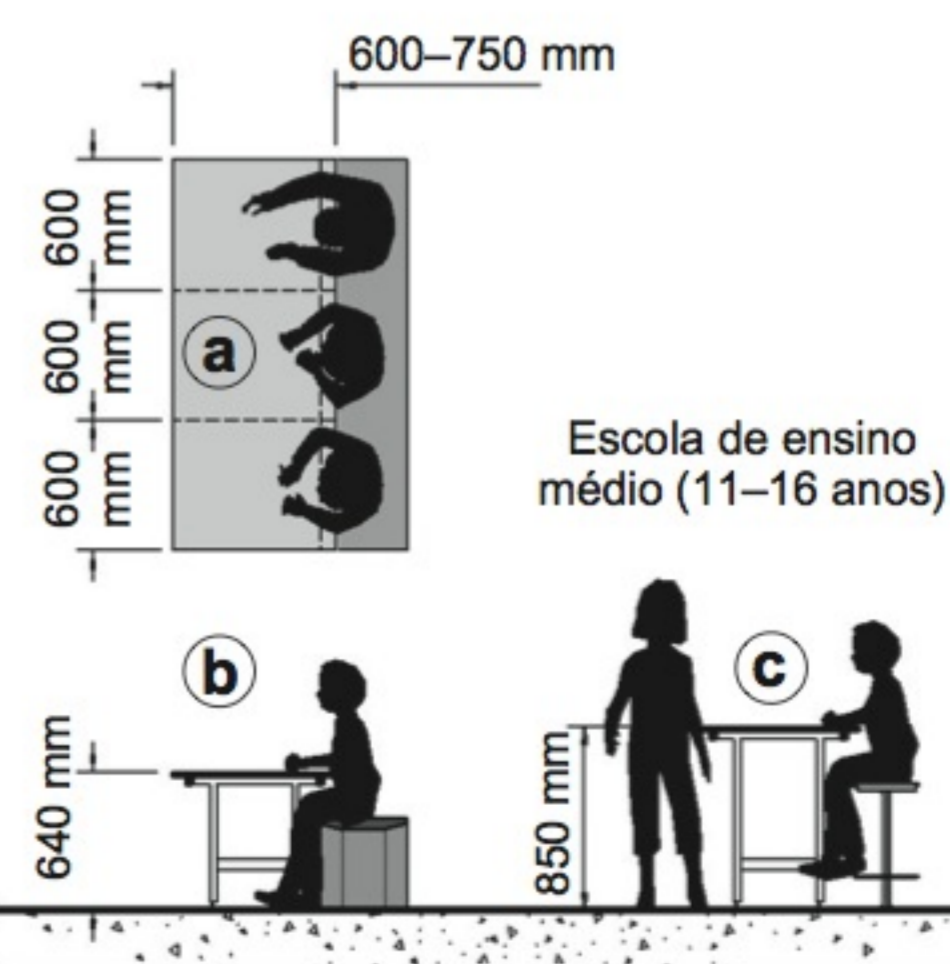


21.20 Dimensões recomendadas para as bancadas de laboratório usadas por alunos em escolas de ensino fundamental (a) planta baixa da bancada; (b) sentado; (c) de pé ou sentado em banco de laboratório.

Tabela XIX Dimensões recomendadas para as bancadas de laboratório usadas por alunos em escolas de ensino médio

	Dimensão (mm)		
	Ensino médio (11–16 anos)	Ensino médio (mais de 16 anos)	<i>Disability Discrimination Act 1995</i>
Comprimento da bancada por aluno	600	600–1.200	1.200
Profundidade livre da bancada em condições regulares	600–750	600–750	600–750
Altura da bancada:			
Sentado	640	720	850
De pé ou sentado em banco de laboratório	850	900	
Regulagem de altura	700–1.050*	700–1.050*	700–1.050

* A regulagem de altura é recomendada sempre que possível



21.21 Dimensões recomendadas para as bancadas de laboratório usadas por alunos em escolas de ensino médio (a) planta baixa da bancada; (b) sentado; (c) de pé ou sentado em banco de laboratório.

Tabela XX Dimensões recomendadas para bancadas de laboratório usadas para ensino superior ou pesquisa

	Dimensões (mm)
Comprimento da bancada por pesquisador	1.800–2.000 (2.400 em casos específicos)*
Profundidade livre da bancada em condições regulares	600–900**
Altura da bancada:	
Sentado	720***
De pé ou sentado em banco de laboratório	900****
Regulagem de altura	700–1.050*****
Altura dos controles dos equipamentos (sentado ou de pé)	1.110/1.450
Limite do zoneamento de trabalho vertical (sentado ou de pé)	1.550/1.800

* O comprimento adequado dependerá da quantidade de equipamentos instalados sobre a bancada.

Em geral, 2.000 mm é um bom ponto de partida. Casos excepcionais incluem distâncias padronizadas usadas nos setores privados ou corporativos.

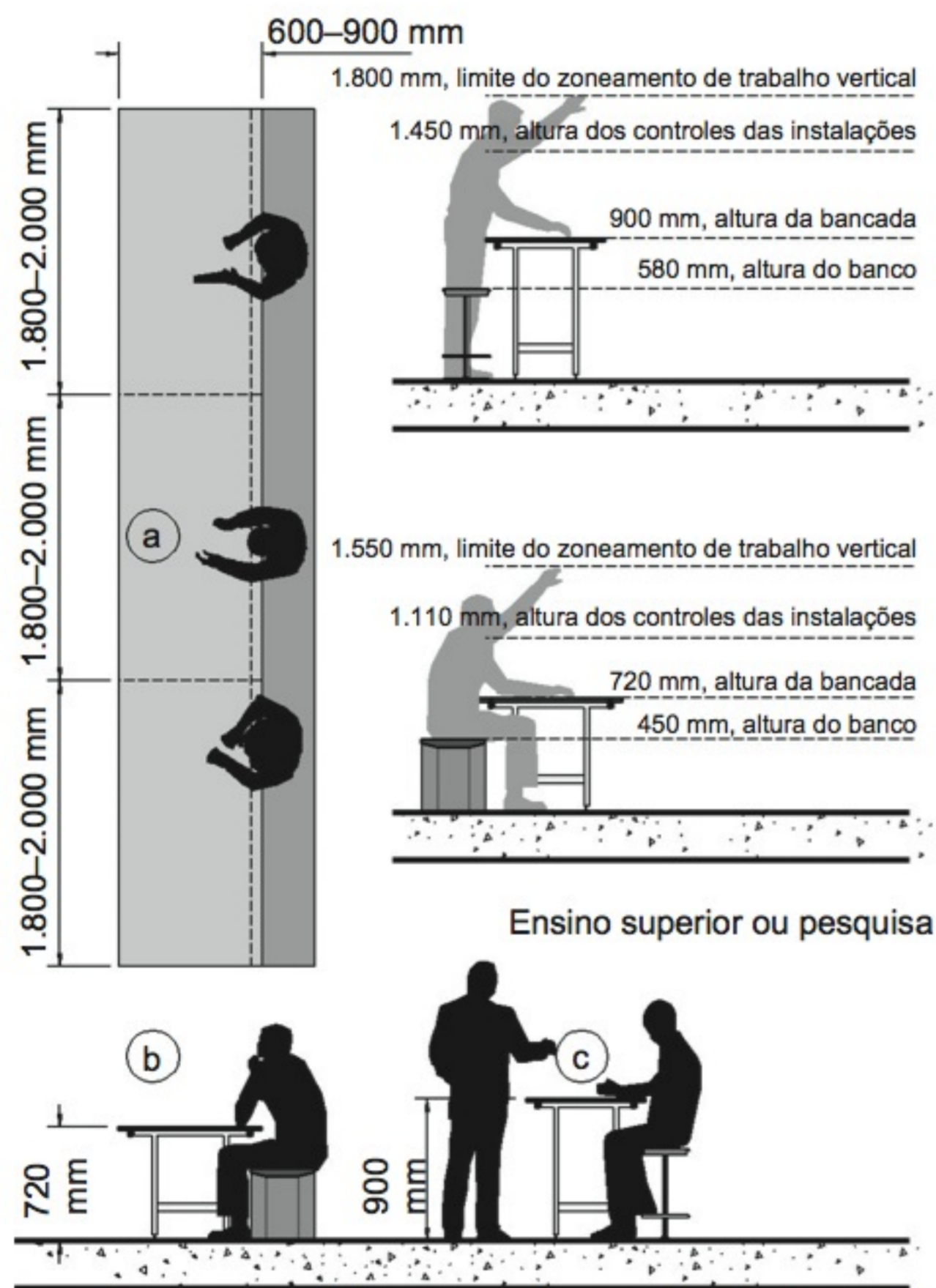
** Algumas operações e equipamentos talvez exijam uma bancada com mais profundidade.

Esses casos devem ser identificados ainda no início da elaboração do programa de necessidades e, em geral, são acomodados em bancadas peninsulares com profundidade dupla. Um bom valor intermediário é 750 mm.

*** Sobe para 850 mm para estar em conformidade com a *Disability Discrimination Act 1995*.

**** Não esqueça de coordenar a altura da bancada com os equipamentos colocados sob ela, como refrigeradores e congeladores, uma vez que eles variam em termos de altura.

***** Atende às exigências da *Disability Discrimination Act 1995* e é recomendado sempre que possível (sujeito ao orçamento e à necessidade de controle da vibração e limpeza fácil)



21.22 Dimensões recomendadas para as bancadas de laboratório (comprimento, profundidade e altura) usadas para ensino superior ou pesquisa (a) planta baixa da bancada; (b) sentado; (c) de pé ou sentado em banco de laboratório.

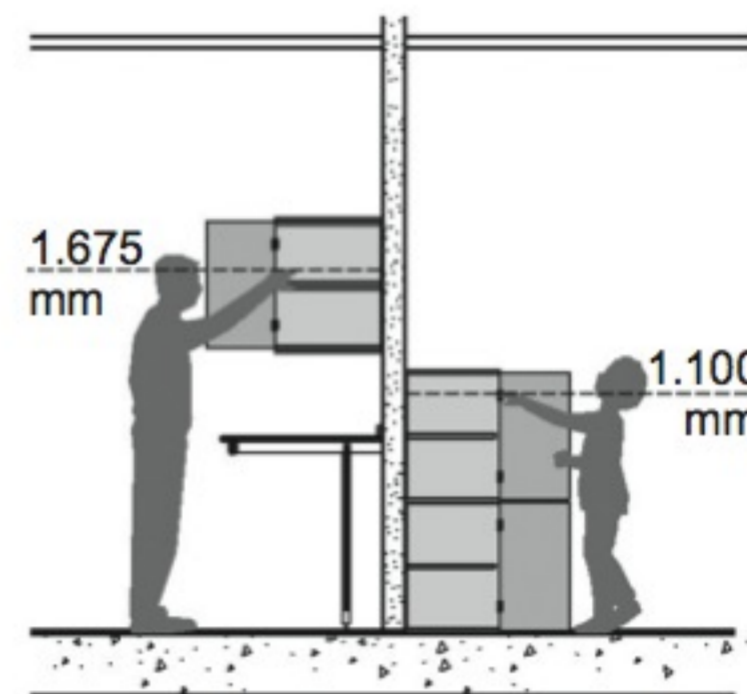
nas mais altas e mais baixas costumam ser usadas para itens raramente usados – Tabela XXII, 21.25.

Armários sob bancadas: O ideal é que esses armários ocupem no máximo 50% do espaço sob a bancada e sejam removíveis. As alternativas incluem armários suspensos (móveis), com rodízios (móveis) e instalados sobre uma base. As unidades móveis são recomendadas para facilitar a manutenção e a redistribuição, 21.26.

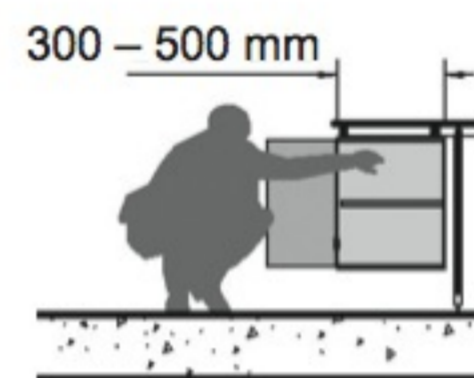
Prateleiras: As prateleiras e bandejas situadas dentro dos armários devem ter regulagem de altura e ser removíveis. Gavetas com bandejas removíveis são recomendadas.

Tabela XXI Alturas de alcance confortável entre sete e 18 anos ou mais e em conformidade com a *Disability Discrimination Act 1995*

Idade	Altura de alcance confortável (mm)
Sete anos	1.100
Nove anos	1.170
10 anos	1.260
11 anos	1.300
12 anos	1.375
17 anos	1.640
18 anos ou mais	1.675
Altura de alcance segundo a <i>Disability Discrimination Act 1995</i>	1.160



21.23 Alturas de alcance confortável entre 7 e 18 anos ou mais e conforme as exigências da *Disability Discrimination Act 1995*.



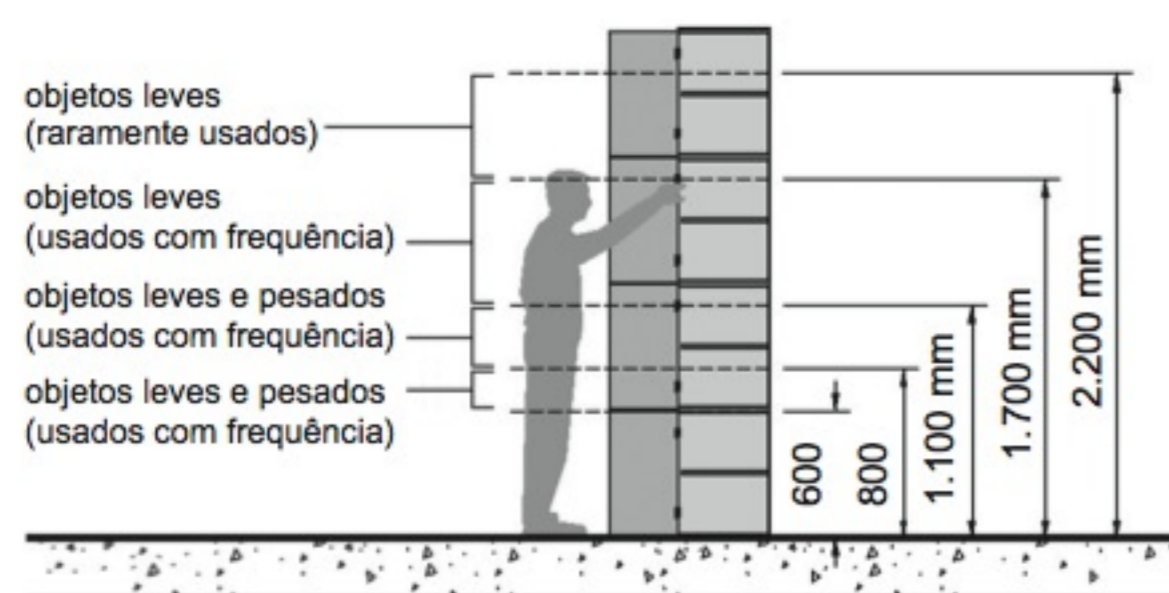
21.24 Profundidade de armários de acordo com o alcance confortável.

Tabela XXII Alturas recomendadas para armários de acordo com o alcance confortável

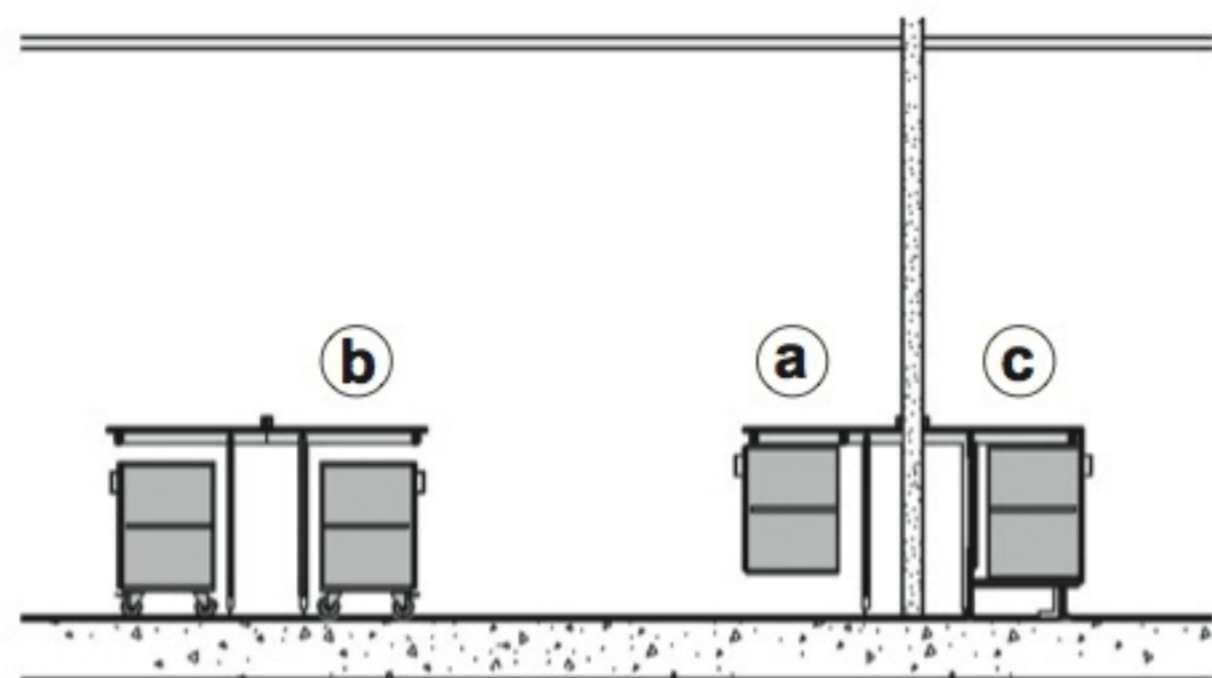
	Dimensões (mm)
Objetos leves raramente usados	1.700–2.200
Objetos leves usados com frequência	1.110–1.700
Objetos leves e pesados usados com frequência	800–1.100
Objetos pesados raramente usados	600–800
Altura de controle da <i>Disability Discrimination Act 1995</i>	1.200 máx.–380 mín.

Depósitos de cilindros de gás: O engenheiro do projeto de instalações será o principal responsável por determinar as exigências para o armazenamento de cilindros de gás; contudo, os itens a seguir precisam ser considerados:

- Os tipos de gás necessários e se eles serão armazenados temporariamente para transporte posterior ou armazenados permanentemente para distribuição por dutos até locais determinados.
- A existência de depósitos de gás nas adjacências, a separação de cilindros para diferentes tipos de gás, a classe de proteção contra explosivos, ventilação e proteção contra fogo, a acessibilidade para os caminhões de entrega que enchem os recipientes isotérmicos.
- As rotas de distribuição da tubulação, a ventilação e a proximidade com instalações elétricas.
- Os sistemas de detecção de vazamentos e alertas, incluindo as conexões com alarmes de incêndio ou sistema de automação predial/desligamento na tubulação e no laboratório.
- Os equipamentos elétricos armazenados e dentro do laboratório.
- Os equipamentos de ventilação no laboratório.



21.25 Alturas recomendadas para armazenamento com alcance confortável.



21.26 Opções de armários sob bancadas (a) suspensos; (b) com rodízios; (c) com base.

- O fornecimento de gás para os equipamentos.
- O representante dos equipamentos responsável pelos itens acima.

Depósitos de nitrogênio líquido

- Se o ponto de carga estiver situado internamente, a ventilação contínua e um sistema de detecção do nível de oxigênio serão necessários.
- O ideal é o depósito externo, situado diante de uma parede externa com proteção contra incêndio. Isso não exige ventilação especializada. A única exigência para um ponto de carga externo seria um depósito leve com meia água para proteção climática.

2.13 Equipamentos

Os equipamentos instalados sobre o piso, gerais ou padronizados, talvez incluam os itens listados abaixo (observe que é preciso confirmar junto aos fabricantes, uma vez que os tamanhos individuais variam consideravelmente conforme a capacidade e a marca. Os tamanhos indicados são nominais):

- Refrigerador ou congelador
- Armários sob as bancadas de trabalho (600 de profundidade × 600 largura × 650 altura)
- Altos ou instalados sobre o piso (600–750 de profundidade × 600–750 de largura × 1.800 de altura)
- Centrífuga (900–1.200 de profundidade × 900 de largura × 950 de altura)
- Forno (1.000 de profundidade × 1.000 de largura × 800 de altura)

(Observação: os congeladores maiores, geralmente até -80°C , que exigem no mínimo 1 m^2 de área de piso devem ser colocados dentro de câmaras frias adequadas, que amortecerão os ruídos e fornecerão a refrigeração necessária do ambiente.)

O espaço necessário para a instalação dos equipamentos depende das exigências individuais, que estão sempre sujeitas a mudanças. Sempre que possível, utilize equipamentos móveis ou transportáveis em vez de equipamentos fixos e feitos sob encomenda. O ideal é que as bancadas de laboratório sejam móveis para permitir a incorporação dos equipamentos instalados sob o piso conforme o necessário durante a vida útil do laboratório.

Equipamentos especiais (podem incluir):

- Ressonância magnética nuclear
- Microscopia
- Raios X e outros equipamentos de imagem

- Equipamentos de tecnologia da informação
- Balanças e outros equipamentos de medição
- Espectrômetros de massa
- Autoclaves

As dimensões do cômodo, o carregamento sobre a estrutura, a rigidez e a ressonância, as condições ambientais, a proteção contra ondas e partículas e as conexões de instalações de equipamentos especiais exigem consideração individual e, portanto, devem ser discutidos caso a caso e sempre levando em conta as recomendações para saúde e segurança expressas pelo fabricante.

Capelas e armários de segurança: Todos os armários de segurança devem estar em conformidade com a norma britânica *BS 7258* e oferecer o máximo de proteção ao usuário que lida com substâncias químicas ou aerossóis. Geralmente, os armários de segurança para um usuário possuem 1.500–1.800 mm de extensão.

Eles devem ser posicionados de forma a evitar incômodos ao próprio armário e seu usuário, 21.27 e 21.28. Os incômodos incluem pessoas andando em rotas paralelas, janelas abertas, registros do sistema de climatização ou equipamentos de laboratório que geram movimentação de ar (por exemplo, bombas a vácuo e centrífugas). Eles devem ser colocados longe das áreas de circulação intensa, portas e entradas e saídas de ar, pois todos esses itens são capazes de interromper o padrão do fluxo de ar. Deve haver uma saída de emergência alternativa em caso de explosão ou incêndio.

O uso de armários de segurança com circulação de ar (sem duto) é capaz de reduzir significativamente o consumo de energia, embora seu aproveitamento talvez seja limitado. Os armários de segurança transportáveis com dutos flexíveis e extração variável são recomendados para maximizar a flexibilidade e minimizar o consumo de energia.

O número necessário de armários de segurança deve ser confirmado junto aos usuários.

Armários de segurança microbiológica: Toda a instalação dos armários de segurança microbiológica deve estar em conformidade com as normas britânicas *BS 5726* e com o *EM 12469* para oferecer o máximo de proteção ao usuário que lida com agentes biológicos do Grupo de Risco 4. Os armários de segurança para apenas um usuário geralmente tem 1.500–1.800 mm de extensão.

Eles devem ser posicionados de forma a evitar incômodos ao armário e seu operador, 21.29 e 21.30. Os incômodos incluem pessoas andando em rotas paralelas, janelas abertas, registros do sistema de climatização ou equipamentos de laboratório que geram movimentação de ar (por exemplo, bombas a vácuo e centrífugas). Eles devem ser colocados longe das áreas de circulação intensa, portas e entradas e saídas de ar, pois todos esses itens são capazes de interromper o padrão do fluxo de ar. Em geral, recomenda-se que todos tenham exaustores com dutos (é melhor evitar o reaproveitamento de ar dentro de laboratórios). Observe que a movimentação de um desses armários pode danificar os filtros *HEPA* (filtros de ar particulado de alta eficiência) e sua vedação.

O número necessário de armários deve ser confirmado junto aos usuários.

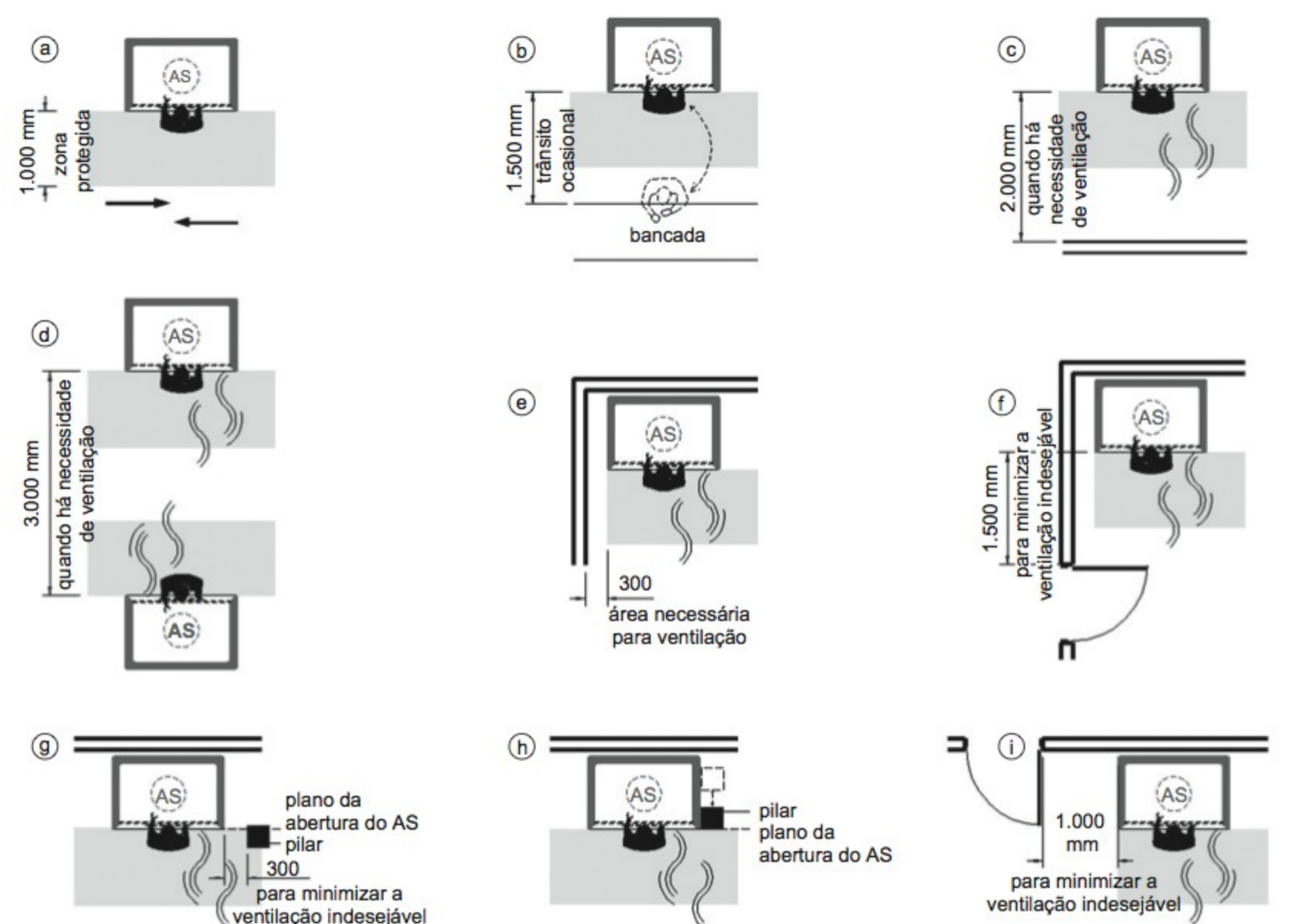
2.14 Acessórios

Lavatórios: Quando forem necessários, os lavatórios devem ser instalados perto do ponto de saída do laboratório ou da antessala.

Equipamentos de emergência para lavagem de olhos e duchas de segurança: Quando forem necessários, eles devem ser disponibilizados em conformidade com as diretrizes do *Workplace Health and Safety Requirements*. Esses equipamentos devem ser instalados nos corredores, perto dos pontos de saída do laboratório e precisam ser visíveis.

2.15 Pré-requisitos das instalações

As instalações devem tornar os laboratórios adequados para a condução precisa e confiável dos procedimentos de pesquisa, de acor-



AS = armário de segurança

- (a) Separação entre zonas protegidas e rotas de trânsito
- (b) Espaço onde o operador usa o AS e a bancada ou onde se prevê apenas um trânsito ocasional
- (c) Espaço determinado pela necessidade de ventilação – parede em frente ao AS
- (d) Espaço determinado pela necessidade de ventilação – AS's em ambos os lados

- (e) Espaço determinado pela necessidade de ventilação – AS na quina
- (f) Espaço que evita a ventilação indesejada e indevida – porta em frente ao AS
- (g) Espaço que evita a ventilação indesejada e indevida – pilar em frente ao plano da abertura do AS
- (h) Espaço que evita a ventilação indesejada e indevida – pilar que não esteja em frente ao plano da abertura do AS
- (i) Espaço que evita a ventilação indesejada e indevida – portas em ambos os lados do AS

21.27 Distâncias mínimas para evitar incômodos no uso do armário de segurança ou capela ao seu operador.

do com os padrões e códigos de prática relevantes, além de atender a critérios específicos quanto aos parâmetros, incluindo:

- Composição
- Pureza
- Estabilidade e confiabilidade (por exemplo, temperatura, pressão, fornecimento ininterrupto de energia, taxa de fluxo)
- Controle da entrega

Um sistema bem controlado promoverá flexibilidade e minimizará o custo operacional da edificação. As considerações devem incluir:

- Espaço para instalações previsto nos corredores, coberturas e dutos verticais de instalações para futuros sistemas de aquecimento, ventilação, condicionamento de ar, encanamento e necessidades elétricas.
- Facilidade de conexão e desconexão nas paredes e no teto para permitir que os equipamentos sejam pendurados de maneira fácil e barata.
- Distribuição modular.

Fornecimento de energia: Três tipos de fornecimento de energia geralmente são usados na maioria dos projetos de laboratório. Os pré-requisitos devem ser confirmados junto aos usuários durante a fase de elaboração do programa de necessidades.

- **Fornecimento normal de energia elétrica:** Os circuitos são conectados apenas à rede de energia elétrica, sem nenhum sistema de apoio. As cargas que geralmente dependem do fornecimento normal de energia incluem alguns equipamentos de condicionamento de ar, iluminação geral e a maioria dos equipamentos de laboratório.
- **Fornecimento de energia elétrica de emergência:** Conforme o tamanho ou a altura da edificação, o fornecimento de energia elétrica de emergência – que é obtida por geradores – talvez seja exigido para sistemas de segurança física (por exemplo,

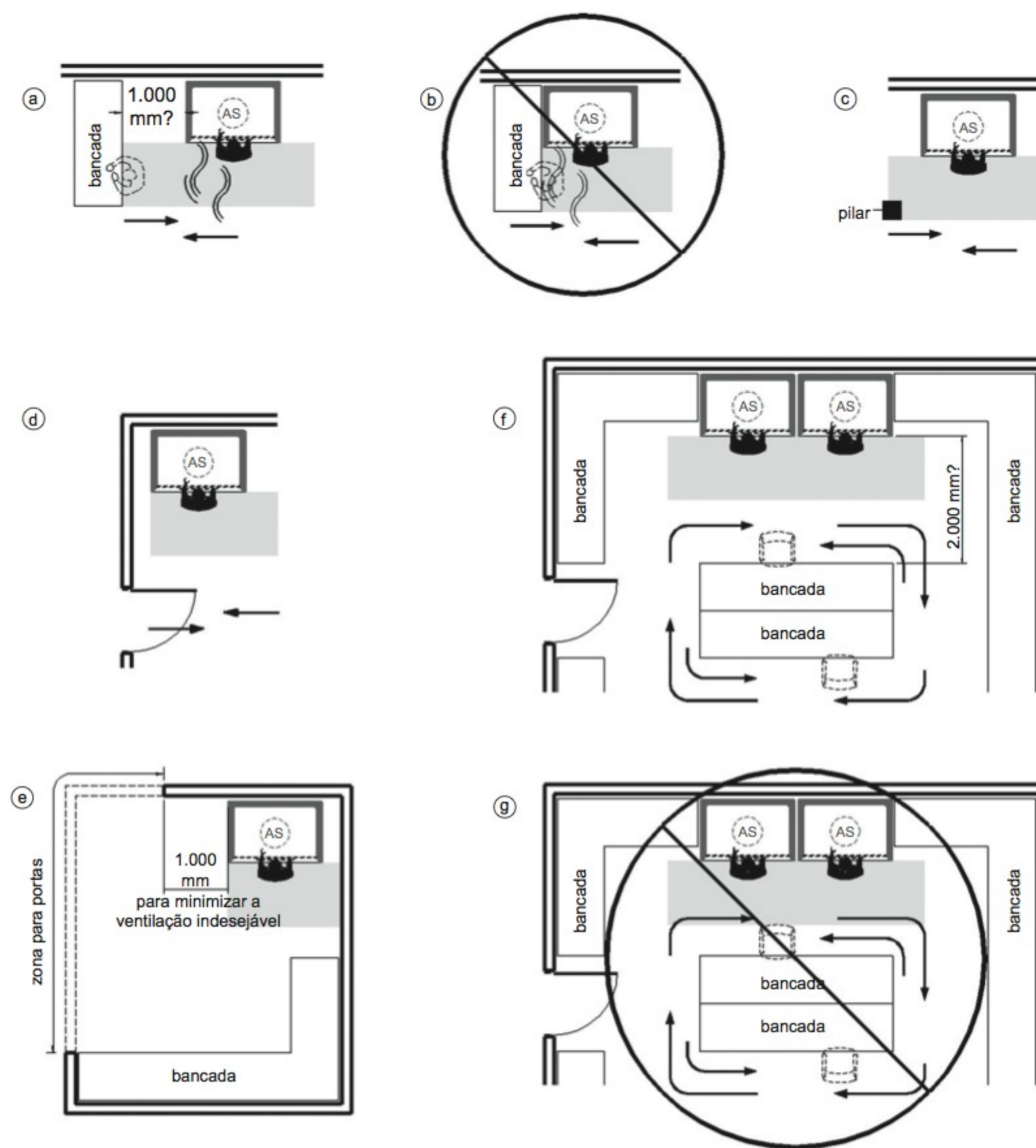
sistemas de controle de fumaça, bombeamento de água pelos chuveiros automáticos (*sprinklers*), escadas de bombeiro, exaustão do ar no estacionamento, etc.). O fornecimento de energia elétrica de emergência talvez também seja necessário a partir de um ponto de vista profissional devido à continuidade ou perda de produto no caso de uma queda de energia normal (por exemplo, energia para o funcionamento de salas com controle de temperatura crítica, manutenção da pressão para aplicativos de salas de contenção ou esterilizadas, energia necessária para o acionamento das bombas do sistema de esgotos e fossas, sistemas de exaustão para áreas radioativas, etc.).

- **Fornecimento ininterrupto de energia elétrica:** Uma fonte de alimentação ininterrupta (*no-break*) é necessária para condicionar e manter o fornecimento contínuo de energia elétrica para cargas críticas no caso de armazenamento de dados, alguns equipamentos controlados por computadores e microprocessadores e tomadas específicas das bancadas onde experimentos de longa duração talvez estejam conectados. O *no-break* (também conhecido por sua sigla em inglês *UPS*) pode ser uma unidade central ou um sistema portátil conforme a extensão da necessidade e dos condicionantes de custo e espaço. Os sistemas de alimentação ininterrupta são muito caros e, conseqüentemente, é preciso ter muito cuidado ao definir sua classificação.

Cargas: As cargas elétricas conectadas são cargas estimadas durante a fase de elaboração do programa de necessidades. As cargas indicadas na Tabela XXIII são apenas indicativas e buscam auxiliar no pré-dimensionamento das bancadas genéricas em um edifício de laboratório.

Distribuição das instalações: O método de distribuição das instalações em relação ao mobiliário e aos equipamentos tem uma grande influência sobre a possível flexibilidade do leiaute durante a vida útil da edificação.

Sempre que as instalações estiverem embutidas no mobiliário, nos equipamentos ou nas paredes internas, quaisquer altera-



AS = armário de segurança

- (a) O projeto da bancada ajudará a manter o trânsito afastado da zona protegida. O trabalho na bancada terá pouco efeito sobre a ventilação se for prevista uma distância suficiente entre o armário de segurança e a bancada
- (b) O trabalho na bancada de projetos perturbará a ventilação
- (c) Os pilares podem ajudar a definir as rotas de trânsito

- (d) O projeto das paredes e o posicionamento das portas podem ser determinantes para a definição das rotas de trânsito
- (e) Em laboratórios pequenos, o armário de segurança deve ficar fora do caminho das pessoas que entram no laboratório
- (f) A movimentação excessiva em frente aos armários de segurança deve ser evitada por meio do fornecimento de mais do que a distância mínima entre a frente dos armários de segurança e as bancadas
- (g) A movimentação excessiva em frente aos armários de segurança causará ventilação indesejada

21.28 Leiautes de capelas e armários de segurança para evitar incômodos no uso do armário de segurança ao seu operador causados por outras pessoas.

ções significativas no leiaute exigirão a adaptação ou ampliação dos dutos para instalações. Contudo, se a distribuição das instalações dentro do laboratório for por conexões separadas e flexíveis feitas em redes independentes, os usuários serão capazes de ajustá-las diretamente para atender às novas exigências.

Há três métodos principais de distribuir as instalações (energia elétrica, dados, gás, água) de bancadas e equipamentos de laboratório:

- Aéreas
- Periféricas
- No piso

Isso permite que o mobiliário seja distribuído de maneira peninsular, periférica e/ou em ilhas, 21.21–21.33.

Tomadas de energia elétrica e de dados: Utilize ramais acessíveis que possam acomodar prontamente a futura admissão ou subtração de tomadas, sempre que for necessário. O uso de extensões deve ser evitado, por questões de saúde e segurança patrimonial.

As tomadas não devem ser instaladas muito perto de pias, uma vez que os respingos de água podem gerar perigo (consulte a norma britânica BS 7671).

O número necessário de tomadas deve ser confirmado junto aos usuários e aos engenheiros de instalações. A seguir, diretrizes indicativas (geralmente máximas) para o projeto genérico de laboratórios:

- Tomadas duplas para energia elétrica 450 mm entre eixos, para bancadas e equipamentos

- Tomadas duplas para energia elétrica 900 mm entre eixos, para bancadas e equipamentos

É preciso fornecer tomadas para o uso de serviços de limpeza e elas devem ser identificadas claramente para evitar que esses equipamentos interfiram com experimentos ativos ou equipamentos de laboratório.

Tubulações: As tubulações de cada laboratório devem ser modulares (mesmo se nem todas as instalações forem inicialmente exigidas em todos os laboratórios) para fins de flexibilidade e para minimizar os custos de reforma e adaptação à medida que o laboratório for utilizado. Todas as unidades do laboratório devem ter válvulas de desligamento distintas distribuídas de maneira coerente e acessível para consertos ou desligamentos de emergência sem afetar outros laboratórios. Exceto pelos sistemas de esgoto e ventilação, os demais sistemas de distribuição devem formar circuitos fechados.

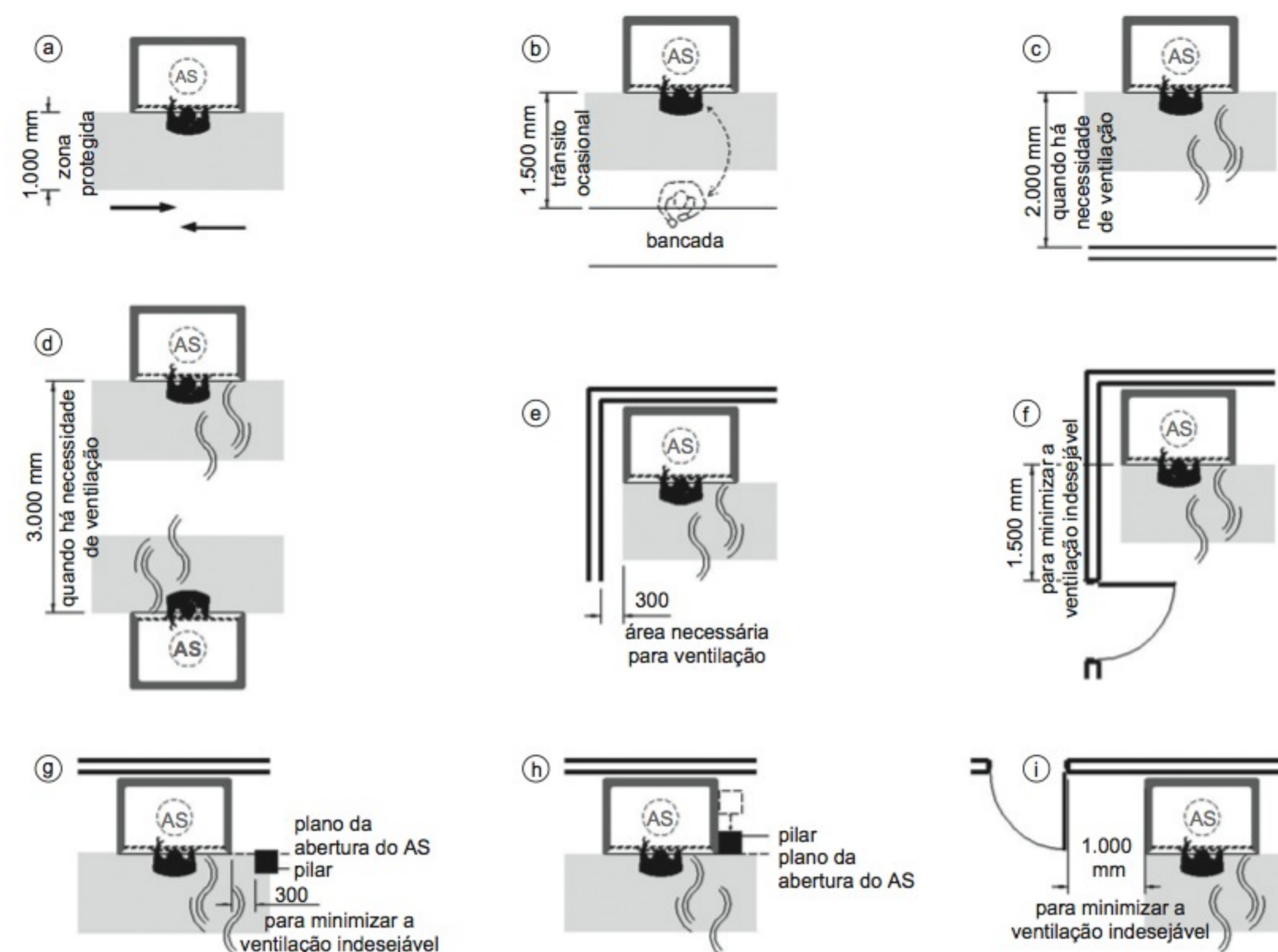
Inicialmente, as necessidades de frequência e qualidade devem ser avaliadas. Sempre que a demanda for intermitente ou uma qualidade particular for exigida, é possível fornecer fontes localizadas.

As necessidades básicas incluem:

- Água potável, quente e fria (HW, CW)*
- Água industrial, quente e fria (IHW, ICW)**

* Hot water, cold water.

** Industrial hot water, industrial cold water.



ASM = armário de segurança microbiológica

- (a) Separação entre as zonas protegidas e as rotas de trânsito
 (b) Espaço onde o operador usa o ASM e a bancada ou onde se prevê apenas um trânsito ocasional
 (c) Espaço determinado pela necessidade de ventilação – parede em frente ao ASM
 (d) Espaço determinado pela necessidade de ventilação – ASM's em ambos os lados

- (e) Espaço determinado pela necessidade de ventilação – condição na quina
 (f) Espaço que evita a ventilação indesejável e indevida – porta em frente ao ASM
 (g) Espaço que evita a ventilação indesejável e indevida – pilar em frente ao plano da abertura
 (h) Espaço que evita a ventilação indesejável e indevida – pilar que não esteja em frente ao plano da abertura
 (i) Espaço que evita a ventilação indesejável e indevida – portas em ambos os lados do ASM

21.29 Distâncias mínimas dos armários de segurança microbiológica de forma a evitar incômodos no seu uso armário e ao seu operador.

Opcional (se necessário):

- Água deionizada
- Água purificada
- Ar de laboratório
- Gás natural
- Vácuo
- Ar comprimido
- Vapor

Gases especiais (se necessário):

- Devem ser fornecidos por cilindros individuais

A Tabela XXIV oferece diretrizes para os pré-requisitos básicos (a serem determinados juntamente aos engenheiros e usuários).

3 AMBIENTE

3.01 Geral

Um laboratório comum usa muito mais energia elétrica e água por metro quadrado do que um edifício de escritórios comum, devido à necessidade de ventilação intensiva e outras questões de saúde e segurança. Portanto, os projetistas devem se esforçar para criar laboratórios sustentáveis, de alto desempenho e com baixo uso de energia, para minimizar os impactos ambientais em geral e otimizar a eficiência de toda a edificação durante seu ciclo de vida útil.

No entanto, os sistemas devem manter os ruídos de fundo no ambiente adequados à condução exata e confiável dos procedimentos de pesquisa, para satisfazer aos critérios de cada tipo de acomodação, em relação a:

- Temperatura
- Umidade relativa do ar
- Taxas de ventilação (taxa de trocas de ar, cargas térmicas e equipamentos de exaustão)
- Pressurização da sala
- Controle e variação dos parâmetros ambientais

3.02 Critérios do projeto

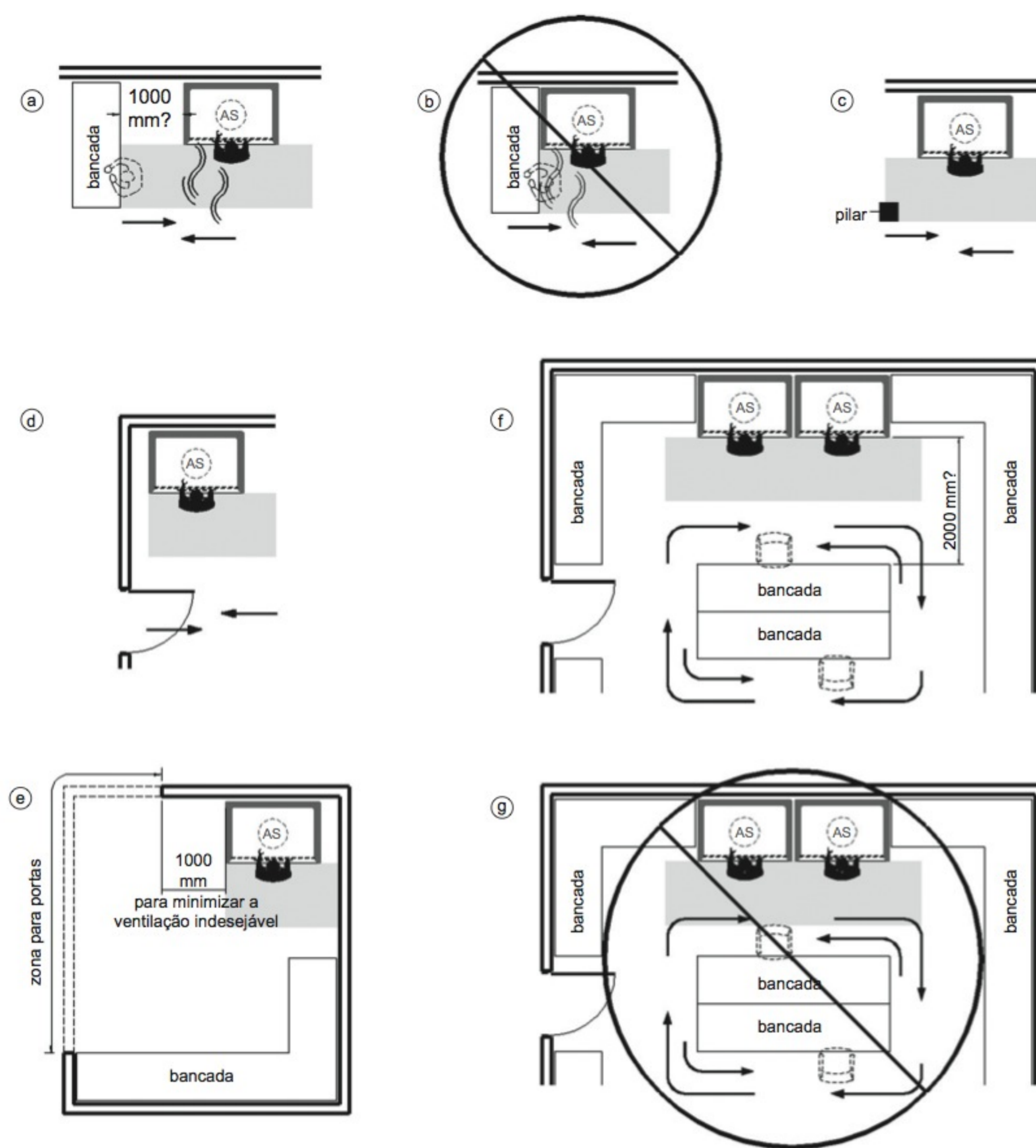
Temperatura: Os valores de temperatura recomendados e listados na Tabela XXV para laboratórios e espaços de apoio geralmente são aceitáveis; todavia, os pré-requisitos individuais devem ser confirmados junto aos usuários. Valores mais altos ou mais baixos talvez sejam especificados conforme o tipo de atividade, equipamentos e vestimenta do pessoal.

Umidade relativa do ar: Os pré-requisitos devem ser confirmados junto aos usuários. A umidade inferior a 30% pode causar efeitos eletrostáticos e a umidade superior a 50% talvez aumente a oxidação e a corrosão. A umidade relativa do ar é mais difícil de ser controlada do que a temperatura. É possível reduzir a umidade relativa do ar e mantê-la abaixo de 40% mediante o uso de métodos padronizados de refrigeração. A desumidificação abaixo desse nível exige equipamentos dessecantes caros. Flutuações de menos de $\pm 2\%$ são difíceis de se obter e manter; além disso, são muito caros.

Taxas de ventilação

- **Taxa de trocas de ar:** As taxas típicas de trocas de ar por hora (ac/h)* para laboratórios e espaços de apoio ficam entre seis e 10 ac/h conforme o uso e as necessidades individuais.
- **Cargas térmicas:** As cargas térmicas dos equipamentos de laboratório para cada cômodo são calculadas durante a fase de elaboração de cada projeto. As cargas térmicas específicas a seguir (Tabela XXVI) se baseiam em cargas estimadas para laboratórios de pesquisa genéricos e são fornecidas para ajudar no pré-dimensionamento dos sistemas da edificação.
- **Taxas dos equipamentos de exaustão:** É preciso desenvolver esquemas para cada espaço durante a elaboração do programa de necessidades para cada projeto. O esquema de exaustão da Tabela XXVII é fornecido para ajudar no pré-dimensionamento dos sistemas da edificação.

* N. de R. T.: ac/h – Air changes per hour.

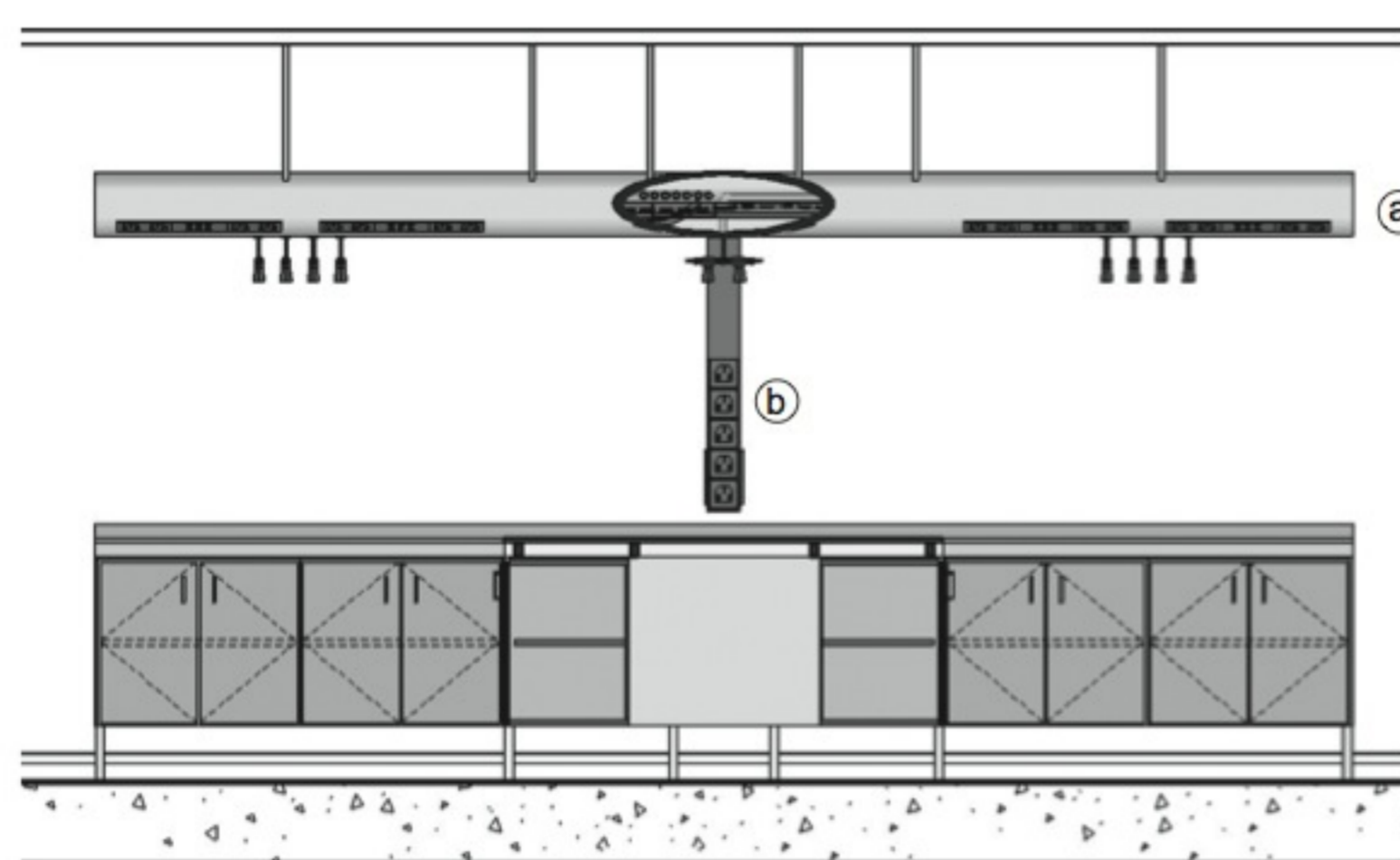


ASM = armário de segurança microbiológica

- (a) O projeto da bancada ajudará a manter o trânsito afastado da zona protegida. O trabalho na bancada terá pouco efeito sobre a ventilação se for prevista uma distância suficiente entre o armário de segurança e a bancada
- (b) O trabalho na bancada de projetos perturbará a ventilação
- (c) Os pilares podem ajudar a definir as rotas de trânsito

- (d) O projeto das paredes e o posicionamento das portas podem ser determinantes para a definição das rotas de trânsito
- (e) Em laboratórios pequenos, o armário de segurança microbiológica deve ficar fora do caminho das pessoas que entram no laboratório
- (f) A movimentação demasiada em frente aos armários de segurança microbiológica deve ser evitada por meio do fornecimento de mais do que a distância mínima entre a frente dos armários de segurança microbiológica e as bancadas
- (g) A movimentação demasiada em frente aos armários de segurança microbiológica causará ventilação indesejável

21.30 Leiautes de armários de segurança microbiológica para evitar incômodos no uso do armário e ao seu operador causados por outras pessoas.



21.31 Distribuição aérea de instalações (a) duto para instalações; (b) prumada de instalações.

Pressurização da sala: Para ambientes que exijam contenção, a pressão relativa ao entorno geralmente é negativa, principalmente em termos da contenção de riscos e odores.

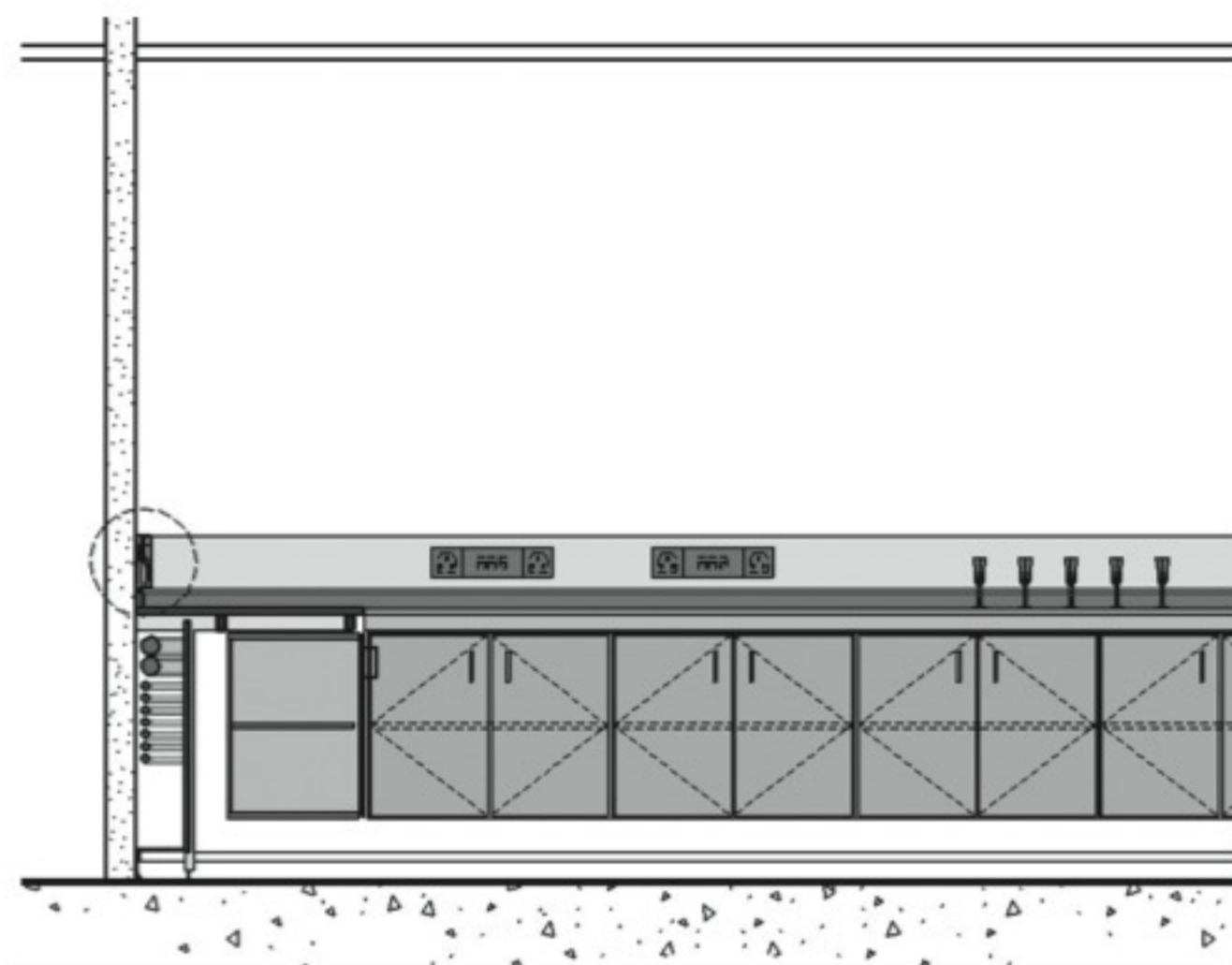
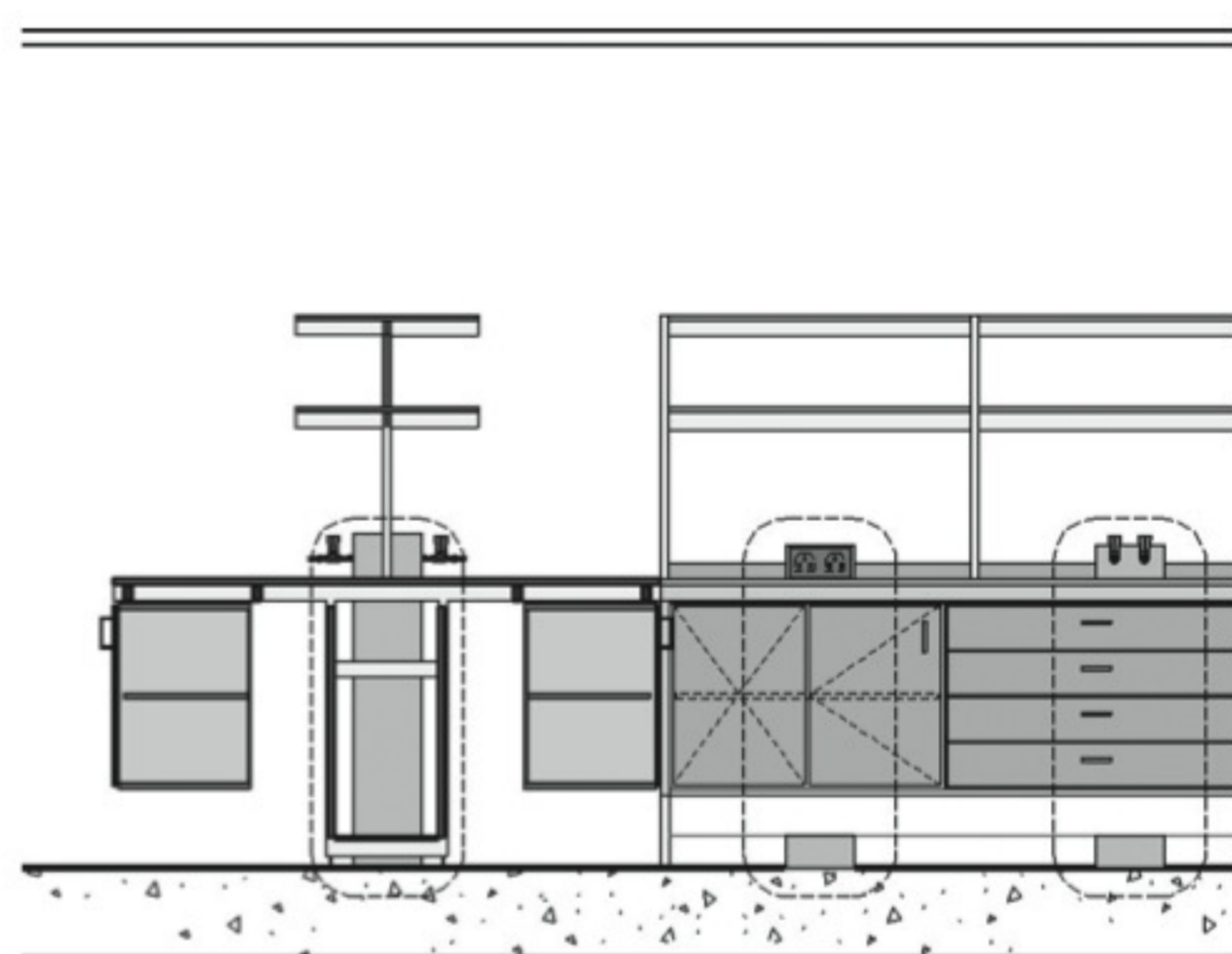
Projeto de luminotécnica: Os níveis de iluminação não devem ser inferiores às recomendações do CIBSE (*Chartered Institution of Building Services Engineers*). Os níveis de iluminação recomendados para laboratórios gerais (realização de tarefas visuais de contraste médio ou de pequeno porte) são de 350 lux na iluminação geral e 500 lux sobre o plano de trabalho. Considere o uso de iluminação focalizada para reduzir os níveis gerais de iluminação.

Deve-se buscar uma reprodução de cores boa ou excelente nas áreas de laboratório. A iluminação de emergência precisa estar em conformidade com a norma britânica *BS 6651*.

Acústica: A recomendação para os ruídos de fundo em laboratórios gerais é a *NR 45*. Os métodos de controle de ruídos incluem o uso de recintos com isolamento acústico nas paredes e equipamentos com redução do nível de ruídos. É possível utilizar silenciadores em sistemas de distribuição de ar dentro dos materiais e condicionantes disponíveis. Evite mantas de revestimento acústico em dutos.

Tabela XXIII Cargas elétricas conectadas (indicativo)

	Carga (W/m ²)
Laboratórios	325
Salas de equipamentos e instrumentos	650
Salas de apoio de uso compartilhado	430
Lavagem de artigos de vidro ou salas de autoclave	540

**21.32** Distribuição das instalações na periferia com o uso de paredes e dutos horizontais.**21.33** Prumadas individuais de instalações colocadas sobre o piso.

Controle e variação dos parâmetros ambientais: Sempre que for economicamente viável e não comprometer a funcionalidade do ambiente de pesquisa, os usuários devem dispor de controle limitado sobre o ambiente imediato, incluindo temperatura e iluminação. Considere a ventilação natural em escritórios e átrios ou poços de luz.

Tabela XXIV Necessidades básicas de tubulação de um laboratório (indicativo – sujeito à confirmação junto aos usuários)

Instalação	Tomadas/módulo
CW – <i>Cold water</i> (para equipamentos de lavagem de olhos e ducha de emergência)	1
IHW – <i>Industrial hot water</i>	1
ICW – <i>Industrial cold water</i>	2

Tabela XXV Condições de projeto interno (temperatura) para o laboratório e espaços de apoio

Espaço	Temperatura ambiente no verão (°C)	Temperatura ambiente no inverno (°C)
Laboratório	24 máx. (22±2°C)	20 mín. (22±2°C)
Salas de Apoio	24 máx. (22±2°C)	20 mín. (22±2°C)
Áreas especializadas	(conforme exigências específicas do usuário)	

Tabela XXVI Ganhos térmicos preliminares gerados por equipamentos de laboratório (cargas indicativas)

Espaço	Carga (W/m ²)
Laboratório de pesquisa (molhado, microbiológico ou clínico)	75
Laboratório de pesquisa (seco)	65
Sala de apoio (sala de equipamentos)	175
Sala de apoio (sala de instrumentos)	100

Tabela XXVII Exigências preliminares de exaustão de equipamentos (indicativo)

Tipo de Exaustão	Fluxo de ar extraído (m ³ /seg)
Armários de segurança	0,30
Armários de segurança microbiológica	0,15
Exaustão dos próprios equipamentos	0,02–0,04
<i>Snorkel</i>	0,07–0,1

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4.01 Legislação e padrões

Qualquer projeto deve ser formulado levando em consideração todos os projetos e códigos, regulamentos, padrões e exigências legais. Os exemplos listados abaixo não devem ser considerados como prescritivos nem definitivos. Em geral, eles listam exigências mínimas, embora não haja nada que impeça um projetista de exceder os pré-requisitos aplicáveis, principalmente se uma avaliação de riscos for realizada pelos usuários em relação às exigências operacionais do espaço.

TÍTULO	AUTOR/EDITOR	RESUMO
BANCADAS E EQUIPAMENTOS		
<i>BS EN 285:1997 Sterilization. Steam sterilizers. Large sterilizers</i>	<i>British Standards Institution (BSI)</i>	Fornece orientações sobre pré-requisitos específicos e testes relevantes para grandes esterilizadores a vapor
<i>BS 2646-2:1990 Autoclaves for sterilization in laboratories</i>	<i>British Standards Institution (BSI)</i>	Fornece orientações sobre os ajustes básicos e instalações associadas para autoclaves
<i>BS 3202-2:1991 Laboratory furniture and fittings. Specification for performance</i>	<i>British Standards Institution (BSI)</i>	Fornece orientações sobre especificações e procedimentos de testagem para diferentes tipos de móveis de laboratório
<i>BS 3202-3:1991 Laboratory furniture and fittings. Recommendation for design</i>	<i>British Standards Institution (BSI)</i>	Fornece orientações sobre espaço e informações dimensionais para diferentes tipos de móveis de laboratório
<i>BS 3970-1:1990 Sterilizing and disinfecting equipment for medical products</i>	<i>British Standards Institution (BSI)</i>	Fornece orientações sobre pré-requisitos específicos e os testes relevantes para esterilizadores e esterilizadores a vapor
<i>BS 5726:2005 Microbiological safety cabinets</i>	<i>British Standards Institution (BSI)</i>	Fornece orientações sobre assentos e o uso de armários de segurança microbiológica
<i>BS 7258-2:1994 Laboratory fume cupboards</i>	<i>British Standards Institution (BSI)</i>	Fornece orientações sobre assentos e o uso de armários de segurança microbiológica
<i>BS EN 12347:1998 Biotechnology. Performance criteria for steam sterilizers and autoclaves</i>	<i>British Standards Institution (BSI)</i>	Fornece orientações sobre pré-requisitos específicos e os testes relevantes para esterilizadores a vapor e autoclaves