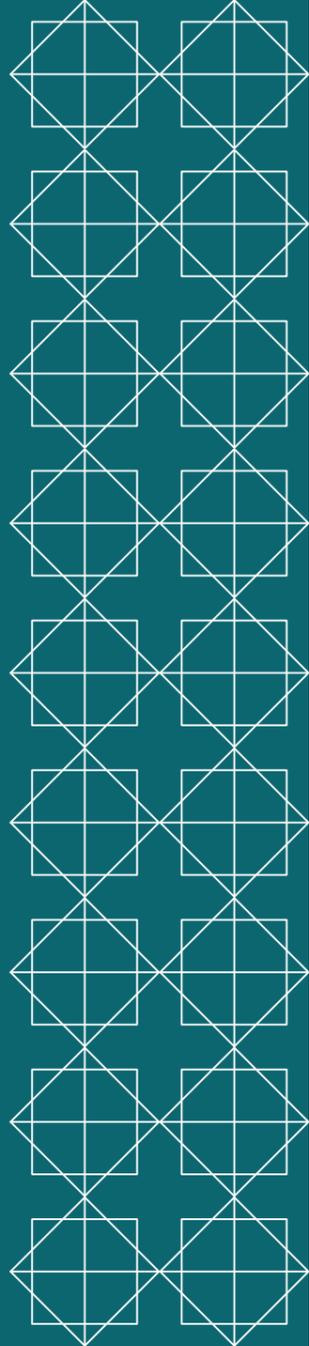


manual de ambientes didáticos

diretrizes de layout, equipamentos,
conforto térmico e acústico.



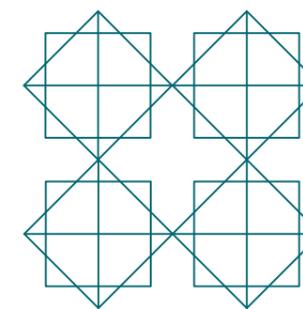
Ficha Técnica

Autores: autor 1, autor 2 e autor 3

Projeto-gráfico: autor 1, autor 2 e autor 3

Revisão geral: autor 1, autor 2 e autor 3

Impressão e acabamento:



MANUAL DE AMBIENTES DIDÁTICOS



O presente Manual tem como objetivo introduzir conceitos e diretrizes que possam auxiliar a definição de ambientes didáticos, considerando aspectos como layout, equipamentos, dimensionamento e conforto.

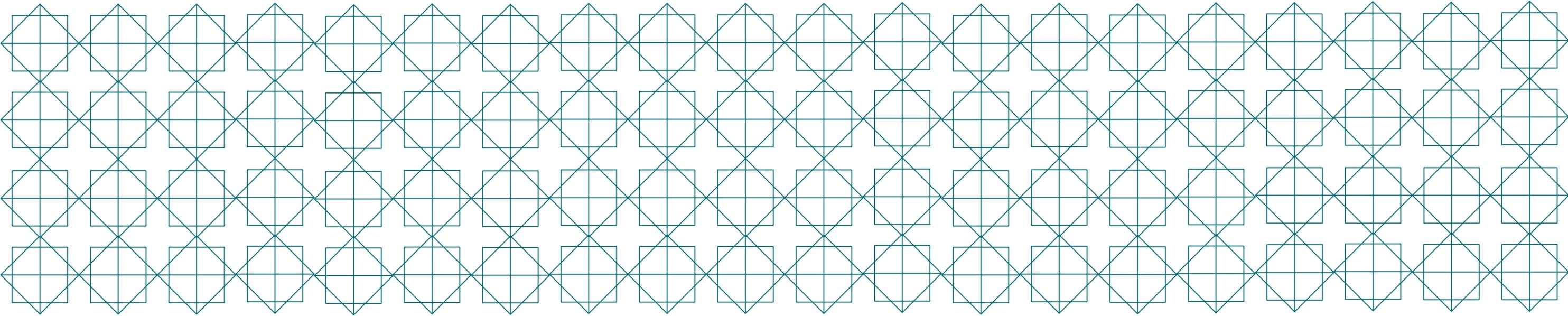
A iniciativa para o desenvolvimento desse documento parte da recomendação do Tribunal de Contas da União (TCU) no estabelecimento de critérios que orientem a Universidade Federal do Ceará (UFC) quanto à garantia dos padrões de qualidade dos espaços ofertados à comunidade acadêmica.

Nesse contexto, trata-se de um guia básico para a readequação de espaços de ensino, que reúne e organiza recomendações, procedimentos e normas existentes. Assim, ele se estabelece como um conjunto de conceitos, dados e referências que permitam que as unidades, no âmbito da UFC, possam repensar seus ambientes didáticos para torná-los mais adequados, eficientes e confortáveis, considerando as demandas pedagógicas presentes.

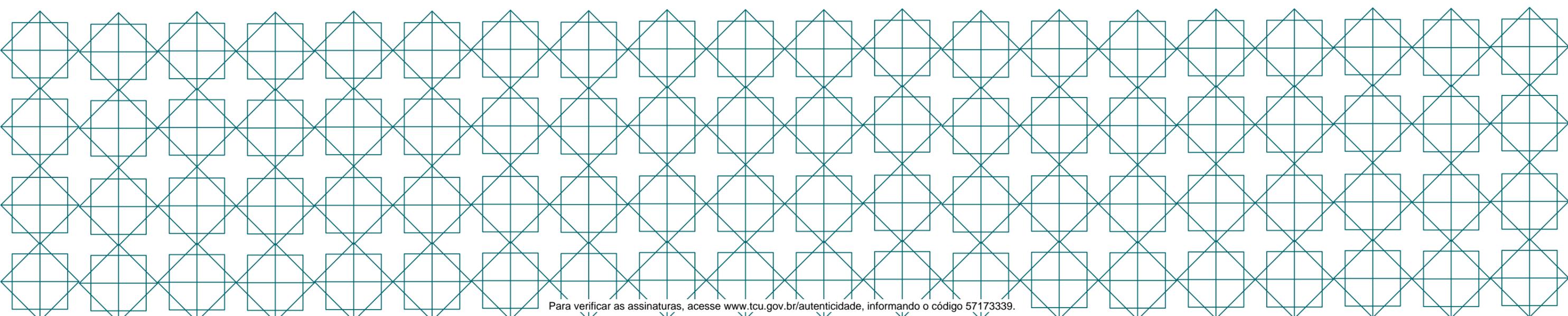
Os espaços de ensino, como salas de aula, laboratórios, auditórios e bibliotecas, serão abordados a partir de diferentes aspectos que permitam vislumbrar tanto as especificidades dos usos e atividades didáticas, quanto o conforto ambiental dos usuários. Portanto, serão incluídas especificações que garantam plena acessibilidade ao espaço e recomendações sobre o uso de equipamentos no processo de ensino e aprendizagem.

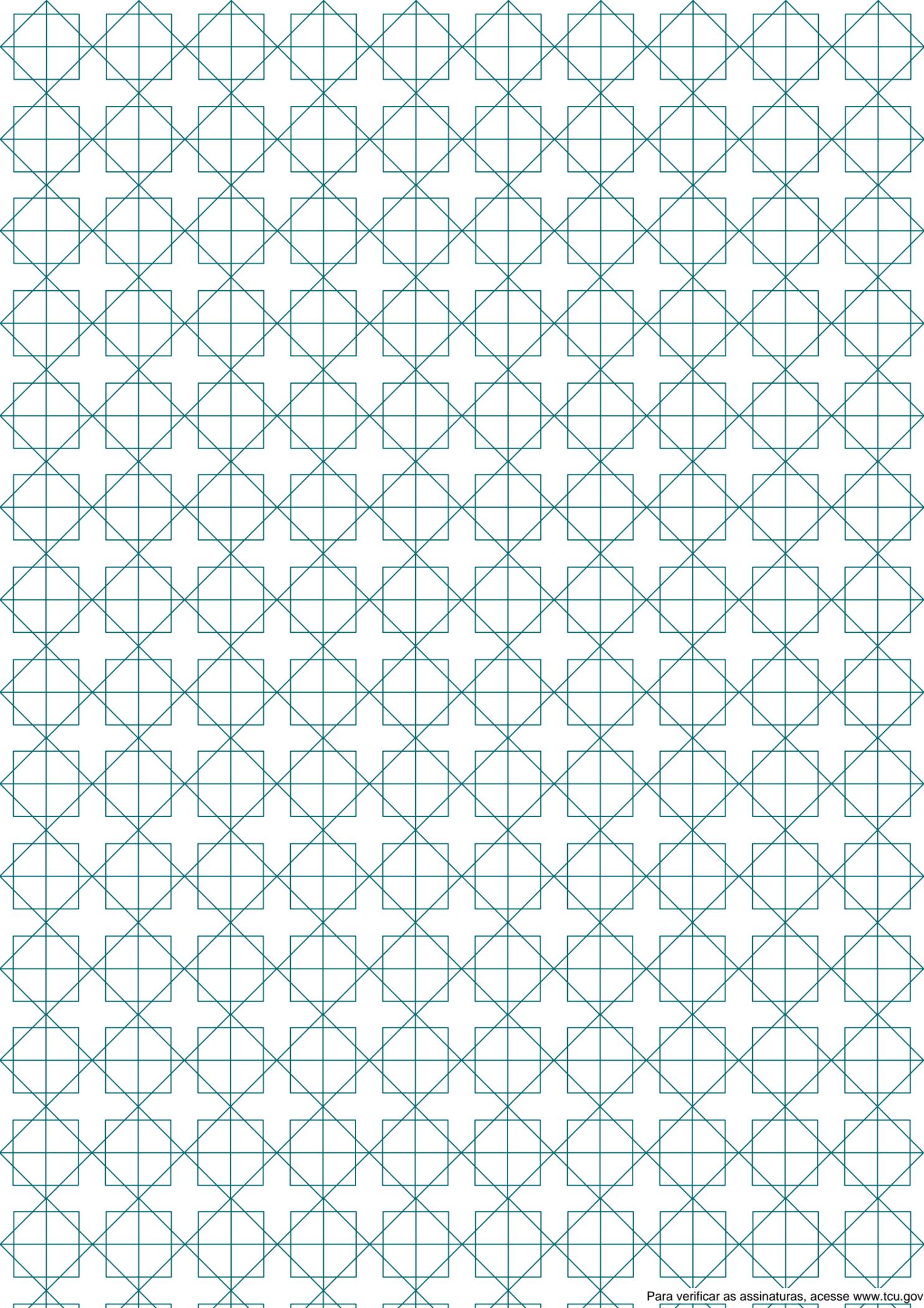
Mais do que criar diretrizes para a proposição e construção de novos ambientes, serão apresentadas normas e recomendações para viabilizar a requalificação de espaços até mesmo por meio de ações pontuais.

Dessa maneira, a partir da introdução sucinta e direta de recomendações e exemplos práticos sobre como aplicá-las, o Manual busca colaborar para a valorização do ensino através dos espaços didáticos da Universidade.



1. AMBIENTES DIDÁTICOS	09
2. CONFORTO AMBIENTAL	29
3. MOBILIÁRIO	41
4. ESPECIFICAÇÕES GERAIS	49
5. ACESSIBILIDADE	61
REFERÊNCIAS	75





1 AMBIENTES DIDÁTICOS

O meio universitário apresenta uma grande diversidade de espaços didáticos, que incluem desde salas de aula a auditórios. São espaços que se diferenciam não apenas por suas dimensões, orientações geográficas ou condições de conforto, mas principalmente nas especificidades de suas propostas pedagógicas e atividades didáticas. Devem, portanto, garantir o desenvolvimento de atividades intelectuais, criativas, físicas e sociais, não apresentando fórmulas específicas para sua constituição.

Uma sala de aula como ambiente de estudo deve ser agradável, confortável e funcional. Para tanto deve levar em consideração seus usos comuns e específicos, o número de usuários, as condições ergonômicas e de acessibilidade, dentre outros aspectos.

Os laboratórios de ensino diferenciam-se segundo a área de conhecimento a que se destinam. Embora não existam exemplos universais que incorporem todas as demandas existentes em cada tipo de laboratório didático, existem critérios e normas que podem auxiliá-los em sua orientação. Neste manual, os laboratórios de informática, comuns a diversos cursos, serão abordados a partir de suas especificações gerais. De forma mais indicativa, outros laboratórios de ensino serão abordados a partir de normas de organização e segurança, comuns a diversos tipos de uso.

Um terceiro ambiente didático são os auditórios, para os quais se devem observar algumas diretrizes de caráter espacial, ambiental e ergonômico. Por se destinarem a atividades didáticas diversas, atendem a diferentes públicos e usos, necessitando, ainda, de áreas de apoio. Como exemplos, serão apresentadas algumas possibilidades capazes de responder a distintas situações didáticas e de eventos.

Por fim, serão abordadas as bibliotecas que respondem à demanda de consulta e empréstimo de materiais didáticos, além de incluir espaços para pesquisa e trabalhos em grupo. Além de prever aspectos técnicos referentes à disposição e segurança do acervo, questões de iluminação e acústica se destacam nos ambientes de leitura e estudo.

1.1. SALAS DE AULA

Áreas mínimas e circulação

Nos últimos anos, estudos tem demonstrado como o ambiente construído é capaz de interferir na atenção, desempenho e motivação de alunos em ambientes acadêmicos. Os espaços de aprendizagem tem efeitos físicos, sociais e psicológicos nos usuários. Sociólogos e psicólogos ambientais detectaram impactos nos estudantes em diversos comportamentos, como territorialidade, apinhamento, espaço situacional e pessoal.

Um ambiente didático acessível para pessoas com mobilidade reduzida requer uma circulação mínima de 1,50m de largura, entre a área de exposição da aula e a entrada da sala de aula. Essa dimensão é suficiente para a largura de deslocamento simultâneo de uma pessoa em cadeira de rodas e um pedestre adulto, segundo a NBR 9050:2015 – maiores detalhes encontram-se no capítulo 5 deste Manual, que detalha especificações de ambientes didáticos acessíveis. Para corredores secundários recomenda-se uma largura mínima de 1,20m, suficiente para a livre circulação de dois adultos.

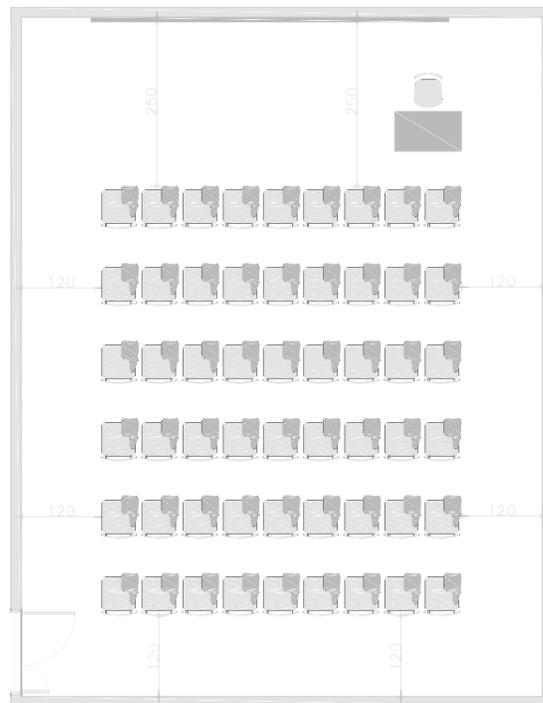


Figura 1 - Layout para salas de aulas, dimensões mínimas. (Escala 1:100)

Sempre que as fileiras de carteiras tenham mais de 8 (oito) assentos, é recomendável que sejam utilizados dois acessos laterais, reduzindo o percurso do aluno ao assento e, conseqüentemente, o nível de ruído. Pela mesma razão recomenda-se que a localização de entrada para a sala de aula esteja localizada ao fundo da sala, de forma a minimizar o fluxo de entrada e saída dos alunos e garantir o melhor andamento das atividades didáticas.

Para garantir uma boa visibilidade e desempenho das aulas, indica-se uma distância mínima de 2,60m entre a lousa e a primeira carteira. Como espaço de circulação entre carteiras, pode-se estabelecer um mínimo de 0,55m.

Embora não exista uma medida única que possa determinar o espaço ocupado por um aluno em sala de aula, algumas recomendações importantes para um ambiente didático mais adequado podem ser utilizadas como referência. Como exemplo, a Lei Complementar Estadual (Paraná) 170/1998, que dispõe sobre o Sistema Estadual de Educação do estado do Paraná, define uma relação de no mínimo 1,30m² por aluno em sala de aula, excluídas as áreas de circulação interna e aquelas ocupadas por equipamentos didáticos.

No que diz respeito ao pé-direito em sala de aula, a NBR 15575-1:2013 (item 16.1) coloca para os ambientes de habitação uma altura mínima de 2,50m. Embora sua observância obrigatória seja apenas para edificações habitacionais, a Administração Pública começa a utilizar os seus parâmetros como especificação em outras tipologias de obra. Nas recomendações da Fundação para o Desenvolvimento da Educação da Secretaria da Educação de São Paulo (FDE), o pé direito mínimo exigido para salas de aula é de 3,00m (acesso aos catálogos técnicos da FDE em: <http://catalogotecnico.fde.sp.gov.br>).

Recomendações quanto ao conforto ambiental, mobiliário e equipamentos, dentre outras, compõem outros capítulos deste Manual.

Figura 2 : Dimensões para espaços entre lousa e primeira fila.

Figura 3 : Circulação entre carteiras

Opções de layout

Nos últimos anos estudos notáveis tem demonstrado como o ambiente construído é capaz de interferir na atenção, desempenho e motivação de alunos em ambientes acadêmicos. Segundo pesquisadores (sociólogos e psicólogos ambientais), o ambiente predispõe comportamentos. Vejamos alguns exemplos de layouts para salas de aulas e algumas de suas vantagens a seguir.

A opção 1 de layout é ideal para alcançar grandes densidades sem prejudicar o conforto dos usuários. Indicado para modelos pedagógicos tradicionais e paletas. Apresenta como vantagens adicionais conforto, flexibilidade e mobilidade.

A opção 2 de layout é uma solução que fornece linhas de visão abertas para o instrutor e os estudantes. A opção 3 permite o contato visual na maior parte das situações. A opção 4, por sua vez, permite transições fluidas entre vários modos, sendo interessante para trabalhos em pequenos grupos.

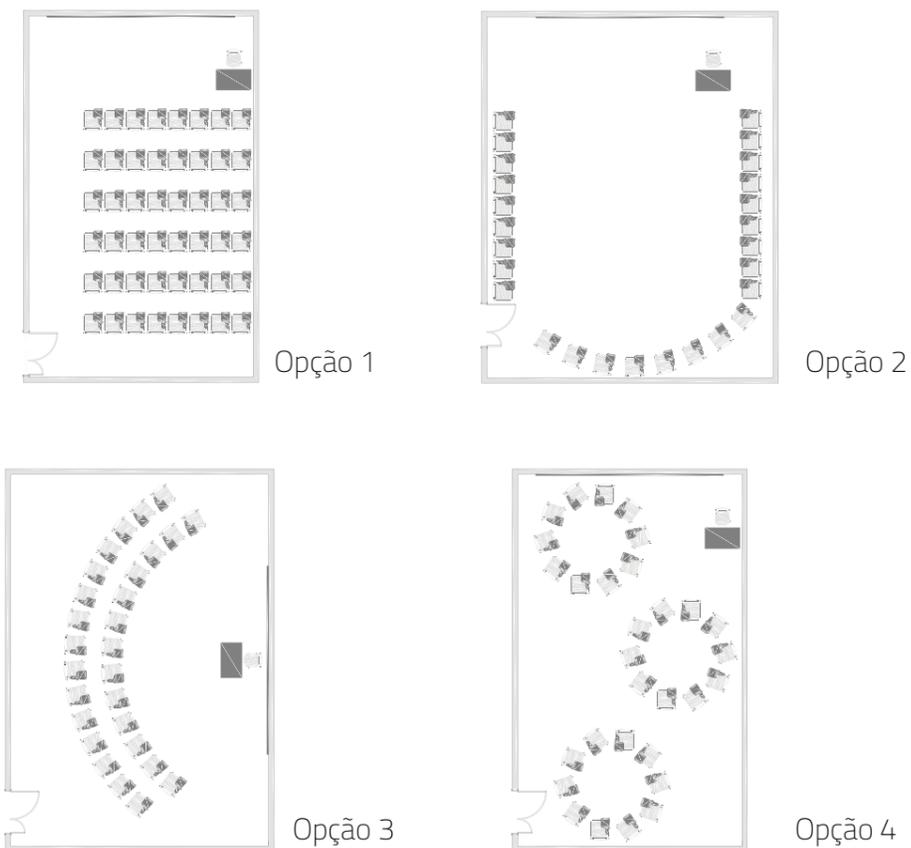


Figura 4: Exemplos de *layouts* de sala de aulas.

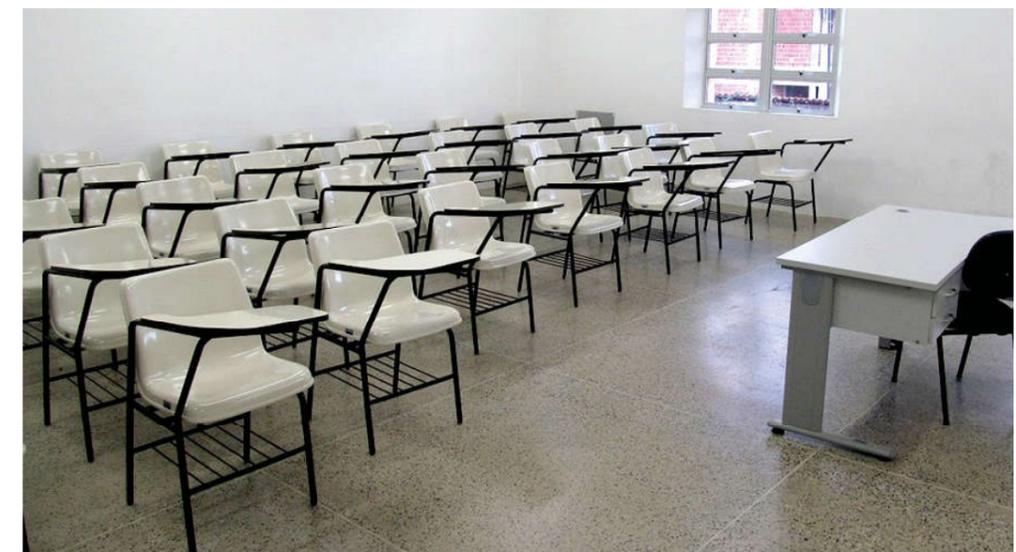


Figura 6: Sala de aula no Campus de Sobral.

Figura 5:
Distribuição e de
espaçamento de
postos de estudos.

1.2. LABORATÓRIOS

1.2.1. Laboratório de informática

A incorporação crescente de ferramentas e equipamentos computacionais ao ensino faz com que Laboratórios de Informática sejam ambientes didáticos cada vez mais empregados em disciplinas da graduação. Seu uso como ambiente especializado pode contribuir no desenvolvimento de abordagens diferenciadas para aulas expositivas, novas técnicas e processos de ensino/ aprendizagem, e produção de conteúdos digitais de apoio.

Os laboratórios de informática, ou salas informatizadas, são ambientes que apresentam equipamentos específicos e acolhem propostas pedagógicas distintas, tornando necessária uma maior liberdade na disposição de mobiliário e equipamentos, em layouts de características menos formais e hierárquicas.

Dentre as distintas configurações espaciais e flexibilidade na distribuição dos equipamentos, um dos principais aspectos a ser observado refere-se à disposição e execução das redes lógica e eletro-eletrônica. A adequada instalação dessas redes demanda localização específica, de modo a evitar problemas na sua manutenção ou na circulação de pessoas.

As instalações para computadores, impressoras e racks devem ser exclusivas, não se admitindo compartilhamento de eletrodutos, caixas de passagem e quadro de distribuição com outros circuitos.

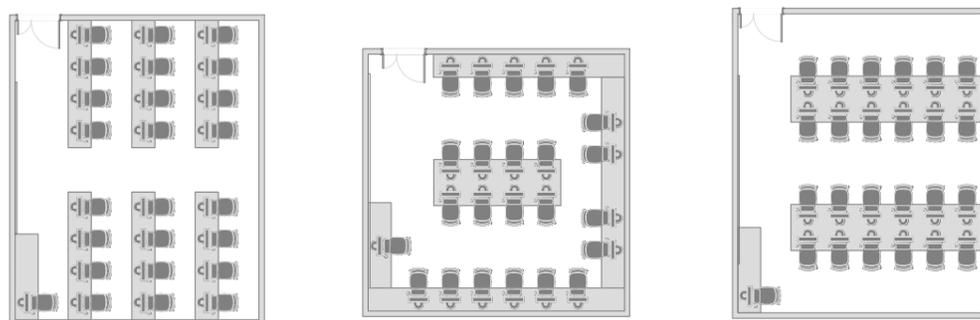


Figura 7: Exemplos de *layouts* de laboratórios.

Áreas mínimas e circulação

De forma a garantir um espaço adequado para a operação dos equipamentos e o desenvolvimento das atividades didáticas, é recomendável que a definição da capacidade de um laboratório de informática tenha como referência uma área mínima de uso equivalente a 2,00 m² para cada computador – área essa que pode ser menor em função das características do laboratório.

Embora a distância entre as bancadas, ou mesas, de apoio dos computadores seja variável em função das atividades de cada laboratório é recomendável:

- distância mínima de 2,00 m entre as mesas, no caso de cadeiras em ambos os lados;
- distância entre equipamentos que permita uma fácil utilização e manutenção – usualmente entre 0,80m - 1,00m;
- altura mínima do laboratório de 2,60m, em função de melhores condições de conforto ambiental. Nos manuais da FDE, sugere-se o pé-direito de 3,00m.

Enquanto espaço didático, um laboratório de informática geralmente abrange o uso de computador e sistema de projeção para uso do professor, mas não apenas. Não se aconselha a utilização de nenhum tipo de lousa para giz, uma vez que o acúmulo de pó poderá prejudicar o funcionamento dos equipamentos instalados no laboratório. Como alternativa, indica-se a utilização de quadro branco, com dimensões mínimas de 1,50 m X 1,25 m, fixado à parede com calha-suporte para marcadores (ver maiores detalhes no item “Especificações Gerais” deste Manual).

Bancadas, ou mesas, para computadores e equipamentos devem apresentar profundidade mínima entre 0,65 m – 0,70 m e altura entre 0,70m e 0,75m. Áreas específicas de apoio, como para o servidor e demais equipamentos de rede não devem ser dispostas em bancadas com equipamentos de uso coletivo, mas localizadas em áreas diferenciadas, preferencialmente em ambiente contíguo com acesso controlado.

Recomendações específicas

Piso: em nível, sem ressaltos ou batentes, com o emprego de materiais que não gerem energia estática para não favorecer a ocorrência de descargas elétricas que possam danificar os equipamentos – por exemplo, piso de madeira, vinílico, cerâmico ou equivalente.

Conforto Térmico: a temperatura ambiente não deve ser superior a 30°C. Caso não seja possível observar esse limite deverá ser previsto o emprego de ventilação mecânica, ventiladores ou ar condicionado, a ser definida em função das dimensões e características do ambiente.



Figura 8: Laboratórios de informática no curso de arquitetura na UFC.

1.2.2. Laboratório de Ensino

A montagem, ampliação ou reforma de laboratórios de ensino deve observar os requisitos específicos de cada ambiente, a normatização das instalações, as dimensões mínimas e a legislação, com especial atenção a segurança, assim como o emprego do menor número de peças de mobiliário para que uma melhor condição de trabalho e aprendizado.

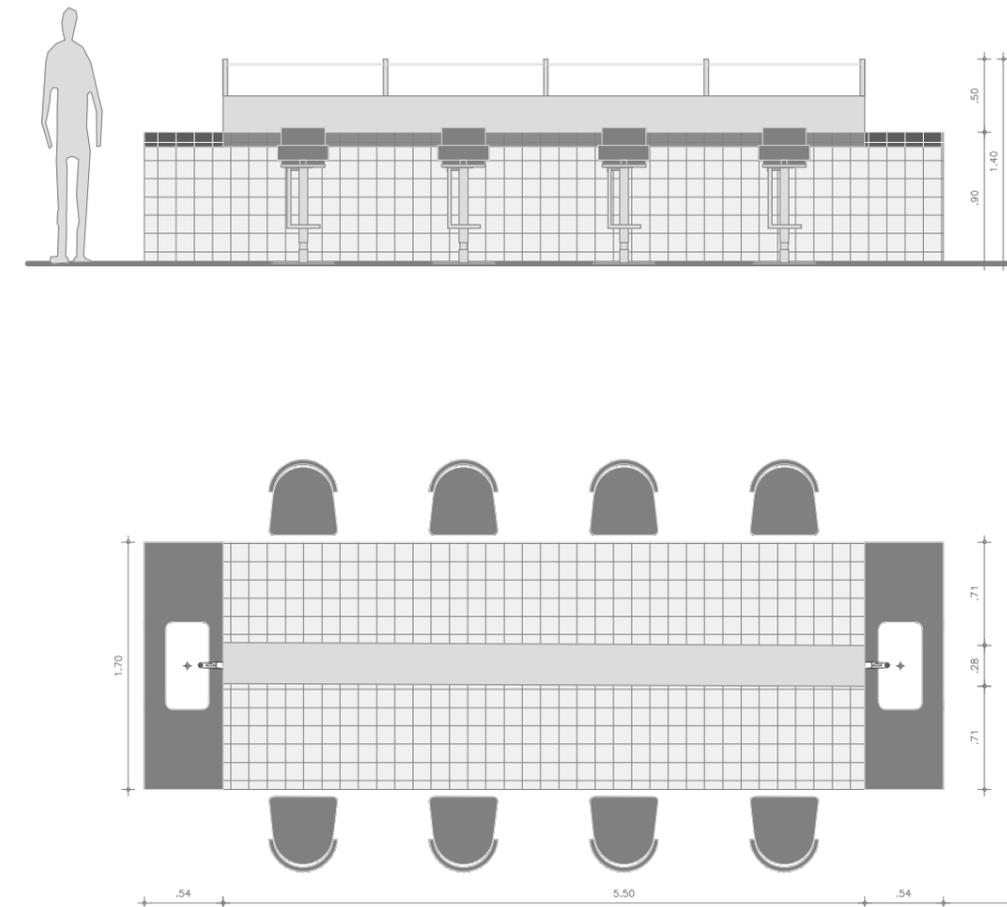


Figura 9: Dimensões de bancadas em laboratórios de ensino.

Áreas mínimas e circulação

Para o cálculo da área mínima e capacidade, para a maioria dos laboratórios, recomenda-se usar como referência uma área entre 2,50m - 3,00m² por aluno, observando-se uma circulação de largura mínima entre 1,20m - 1,50m.

Bancadas de trabalho

Os laboratórios para aulas práticas são caracterizados por uma grande diversidade de bancadas de trabalho, que geralmente possuem instalações de água e de gás, além de servir de apoio para os mais diferentes equipamentos de pesquisa. Os tipos de bancadas são nomeados de acordo com a sua disposição e seu uso no laboratório. São quatro tipos:

- **“ilha”**: geralmente instaladas em área central do laboratório, permitem que os alunos circulem em sua volta e muitas vezes possuem pias em suas extremidades;
- **“península”**: possui um de seus lados vinculados a uma parede, com os alunos ocupando as três outras faces;
- **“parede”**: completamente vinculada à parede, oferece apenas uma face para a utilização dos alunos, sendo geralmente utilizadas para a instalação de muflas, balanças ou estufas;
- **“u”**: uma variação do tipo ilha, mais utilizada para a colocação de aparelhos e equipamentos de uso coletivo por permitir fácil manutenção.

Figura 10: Disposições de bancadas em laboratórios de ensino.

Recomendações específicas

Pisos: de material impermeável e antiderrapante, resistente mecânica e quimicamente, sem saliências ou depressões que prejudiquem a circulação das pessoas ou o transporte dos materiais.

Paredes: de cor clara, foscas e impermeáveis, resistentes ao fogo e a substâncias químicas, revestidas com material que promova condições seguras e de fácil limpeza e manutenção.

Teto: de cor clara, deve também observar as necessidades do laboratório quanto à passagem de tubulações, luminárias, grelhas, isolamento térmico, acústico e estático.

Portas: os laboratórios devem ter acessos em número e dimensões suficientes que permitam a saída imediata com segurança e rapidez em caso de emergência. Recomenda-se o emprego de portas de duas folhas, com vão total não inferior a 1,20m, com o uso de visores de vidro em sua parte superior e sentido de abertura voltado para a parte externa do local de trabalho.

Janelas: devem ser dispostas acima das bancadas, numa altura aproximada de 1,20m do nível do piso, não se recomendando ventilações cruzadas de forma a se evitar contaminações. A área de ventilação/iluminação deve ser proporcional à área do ambiente numa relação de 1:5. Recomenda-se expressamente que não sejam empregadas cortinas ou qualquer tipo de painel de controle de iluminação elaborado com material combustível.

Instalações Hidráulicas: as redes de água deverão dispor de uma válvula de bloqueio, do tipo fechamento rápido, para interromper o suprimento de água quando necessário. As cubas, canaletas, bojos e sifões devem ser resistentes às substâncias utilizadas.

Instalações de Gás: as tubulações para gás, GLP e outros, não devem ser instaladas em canaletas fechadas ou confinadas atrás de bancadas, devendo ser dispostas em espaços ventilados e pintadas de acordo com a Norma. Laboratórios com atividades que gerem gás ou fumaça devem prever renovação de ar e exaustores.

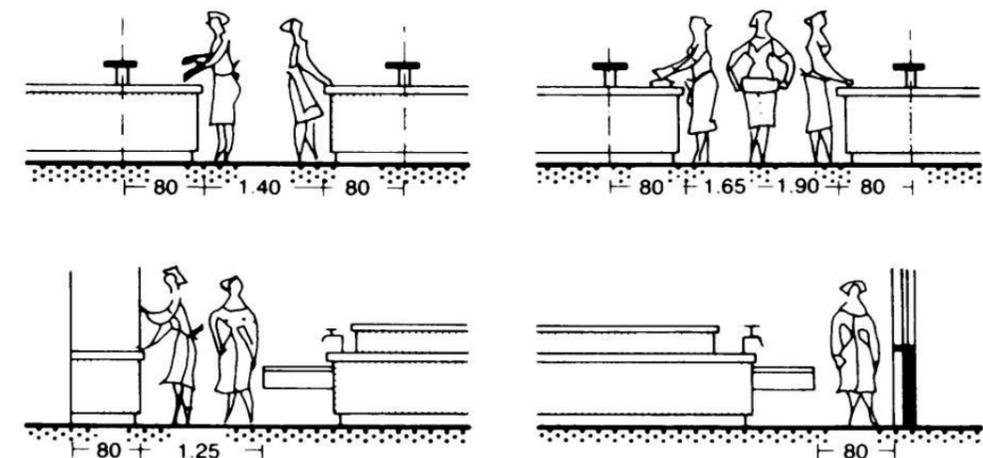


Figura 11: Dimensões das circulações entre bancadas de laboratórios de ensino (NEUFERT, 2013).

Exemplos de Laboratórios

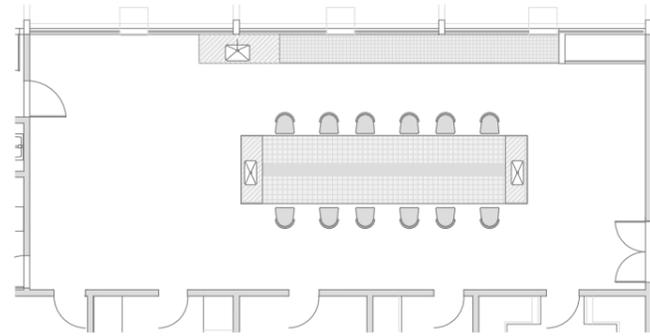


Figura 12: Planta Baixa do Laboratório de Carnes, Bloco 854 da UFC.



Figura 13: Imagens do Laboratório de Carnes, Bloco 854 da UFC.

1.3. AUDITÓRIOS

Os projetos de auditórios de uso múltiplo são áreas nobres dentro do conjunto de espaços em que estão inseridos. Assim, o auditório deve, necessariamente, atender a questões técnicas, propiciar conforto ambiental ao usuário e apresentar qualidade estética. Esses ambientes oferecem distintas possibilidades para atividades didáticas e podem apresentar diversas configurações. Dessa maneira, devem ser observadas diretrizes de circulação, áreas e distâncias mínimas, de modo que não se comprometa o uso de equipamentos e o conforto dos usuários.

As áreas de plateia devem observar recomendações quanto aos espaços de circulação, distâncias adequadas entre fileiras, ângulo mínimo de visualização, grau de inclinação do piso e aspectos da acústica do auditório, visando garantir ao usuário condições favoráveis para enxergar bem, ouvir com clareza e sentir-se confortável.

A seguir, serão apresentados exemplos de auditórios de diferentes formatos e dimensões, ilustrando soluções diversas de layout e aspectos relativos a pessoas com necessidades especiais.

Distâncias, áreas mínimas e circulação

O escalonamento do piso é importante para a visibilidade, e também é desejável acusticamente, para garantir a recepção sonora do som direto pela audiência e evitar o paralelismo entre o teto e o piso. Uma audiência sem inclinação e com a fonte no mesmo plano da platéia recebe muito pouco som direto, já um piso escalonado, melhora a visibilidade e faz com que o raio sonoro seja ampliado, aumentando a quantidade de energia sonora recebida pela platéia.

Alguns aspectos devem ser observados no que se refere à inclinação do piso da plateia, possibilitando em todas as fileiras uma condição ideal de visibilidade, tanto do palco quanto da tela de projeção. Para espectador sentado, estima-se uma área mínima de 0,50m² por usuário.

É importante nesta etapa definir a poltrona que vai ser usada antes de criar o layout definitivo para propor um projeto seguro e de dimensões corretas. Como questão de conforto, é desejável que as fileiras sejam largas, mas isso pode diminuir a capacidade da sala ou distanciar muito as últimas fileiras do palco. Um espaço generoso entre as fileiras pode dispersar as pessoas e quebrar a atmosfera de concentração que intensifica a relação entre a plateia e o orador ou ator (HAM, 1988). Como medida de conforto e segurança, sugere-se considerar

um espaçamento médio entre 0.90 (mínimo) e 1.00 (confortável) por fileira. O palco deve se situar entre 70 e 90 cm em relação ao piso, uma vez que o espectador da primeira fileira tem sua visão a 1,10 m, em média. Um palco muito baixo cria dificuldades por exigir uma grande inclinação da plateia, mas a altura excessiva também é obstáculo aos bons preceitos de ergonomia. A visão normal, em descanso, tem um ângulo de caimento em relação à linha horizontal de 15 graus. Quando o posicionamento do palco ou da tela de projeção são definidos em ângulos acima dessa linha, o espectador é obrigado a forçar a musculatura do olho ou do pescoço, o que é desconfortável e cansativo (MELENDEZ, 1996).

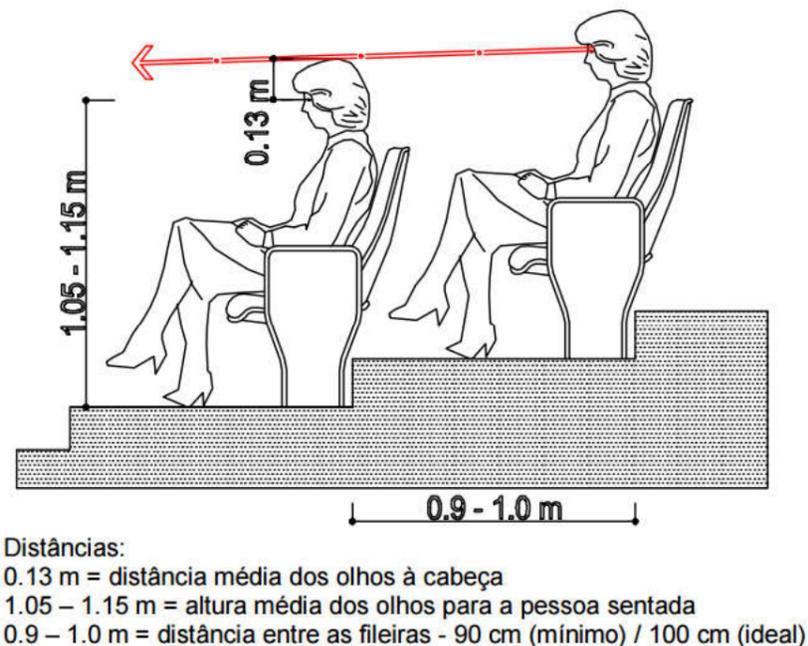


Figura 14: Dimensões da linha de visibilidade entre fileiras de poltronas em auditórios.

Em auditórios que contenham múltiplas séries de fileiras de poltronas, a dimensão mínima de corredores de acesso e circulação deve ser de 1,20m, para o atendimento das normas de segurança. Similarmente, as portas de entrada e saída devem ter abertura igual ou superior a 2,00m, de modo que não haja conflito de fluxos e para atender as recomendações em uma situação de emergência (por exemplo, no caso de um incêndio).

Para um maior conforto visual, é recomendado que as poltronas não sejam dispostas muito próximas à tela de projeção, considerando-se uma distância mínima de 2,50m entre a primeira fileira e a tela - ou de uma vez e meia a altura da tela.

Um palco elevado pode ser uma solução interessante para um auditório, uma vez

que torna a visualização mais fácil para toda a plateia. Nesse caso, recomenda-se que o mesmo esteja entre 48,00 e 72,00cm acima do nível do piso. Além disso, não é aconselhável que existam poltronas muito distantes do palco, pois a leitura de movimentos faciais e corporais pode ser comprometida. Para fins didáticos recomenda-se que a distância entre a "área do palco" e a última fileira de poltronas não seja superior a 25,00m.

De modo a permitir a livre circulação de pessoas e cadeirantes recomenda-se uma distância mínima de 1,50m entre a primeira fileira de assentos e a "área do palco".

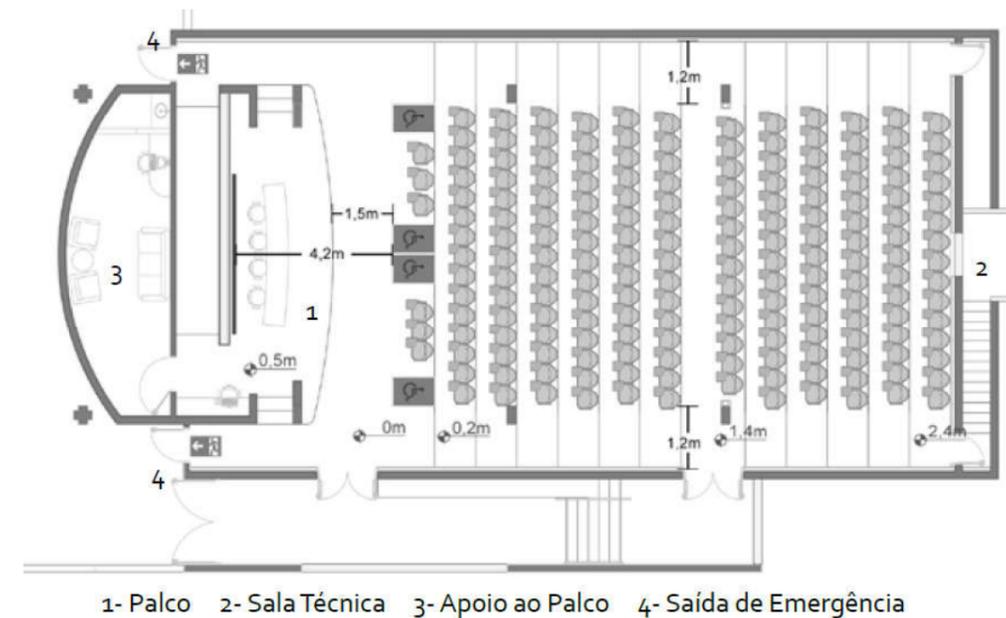


Figura 15: Planta de auditório da USP São Carlos.

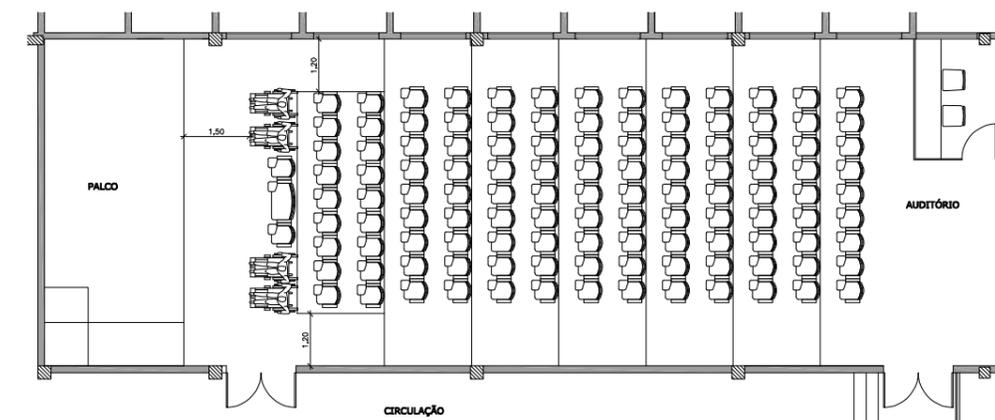


Figura 16: Planta de auditório da PROGRAD na UFC.

Assentos para pessoas com necessidades especiais

Os auditórios devem oferecer locais específicos para Pessoas em Cadeiras de Rodas (P.C.R), Pessoas com Mobilidade Reduzida (P.M.R.) e Pessoas Obesas (P.O.). Todos os espaços destinados a pessoas com necessidades especiais devem garantir conforto, segurança e boas condições acústicas e de visibilidade. Para tanto, deverão estar localizados em piso plano horizontal, acessíveis à rota de fuga e identificados por sinalização específica. Para mais informações sobre esse tópico veja o capítulo de Acessibilidade deste Manual.

Especificidades de acústicas

Para um bom desempenho acústico e para garantir que o som seja audível nas últimas fileiras do auditório, é recomendado o uso de materiais refletores e absorventes. Materiais refletores são adequados para as superfícies laterais e de fundo da "área do palco", assim como nas paredes laterais da região da plateia. Já os materiais absorventes, ou de alta absorção acústica, usualmente empregados no forro e nos fundos do auditório, destinam-se a controlar a reverberação (tempo limite médio de 1,6 segundos). O uso de superfícies refletoras no teto, por meio de placas acústicas, é vantajoso para uma melhor distribuição do som por todas as fileiras da plateia – veja o capítulo de Conforto Ambiental deste Manual.

As superfícies que ficam próximas da fonte e todas as superfícies próximas do palco devem ser reflexivas, para que o som possa chegar até a últimas fileiras. Os materiais absorvedores de som, se necessário, devem ficar ao fundo da sala, conforme figura 17.

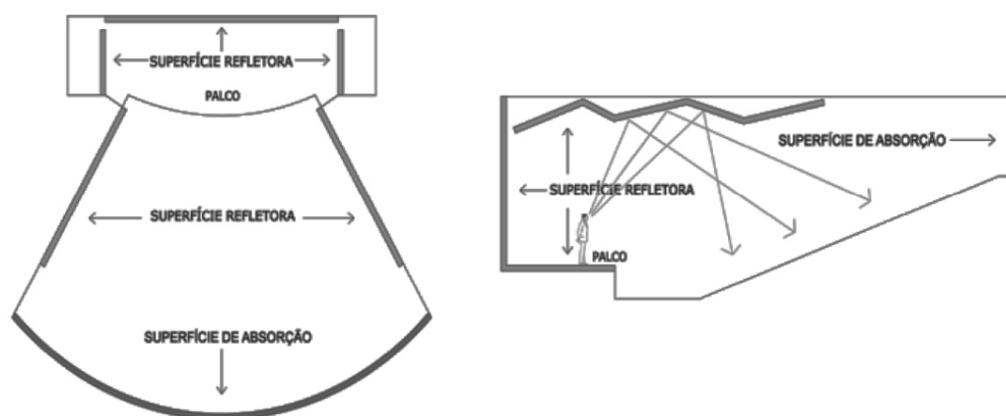


Figura 17: Recomendações gerais para as superfícies refletoras e absorvedoras das diversas partes do auditório (MEHTA; JOHNSON; ROCAFORT, 1999)

Salas de Apoio

Além dos espaços de palco e plateia, é conveniente que um auditório compreenda recepção (ou foyer) e áreas técnicas de apoio - como sala de recursos audiovisuais, dentre outras. O Foyer, além de ser um espaço de encontro e espera, pode configurar outras situações de uso do auditório, não necessariamente restritas a atividades didáticas. O armazenamento e comando de equipamentos de Luminotecnia e Sonoplastia configura a demanda por uma área técnica, que pode também abrigar equipamentos de projeção, armazenar arquivos de vídeos e estar articulada com áreas de tradução simultânea.

1.4. BIBLIOTECA

As bibliotecas têm como objetivo coletar e armazenar material de consulta para educação e pesquisa, incluindo livros, periódicos e outros formatos de mídia, que devem ser disponibilizados de maneira acessível.

São previstos espaços para acervo, consulta e leitura, além de computadores para acesso às mídias digitais e conteúdo on-line. Serviços como cópia e impressão também podem ser proporcionados.

1.4.1. Acervo

O acervo pode ser distribuído em estantes abertas em salas de leitura ou áreas de acesso restrito. A quantidade de estantes depende do sistema de organização e distribuição por tema/formato, nível de acesso aos usuários, tipo de estante (fixa ou móvel), além da configuração espacial da construção, como alinhamento dos pilares.

A distribuição deve prever um espaço livre de 1,30m- 1,40m entre estantes e uma rota de circulação com o mínimo de 1,20m. Recomenda-se evitar a sobreposição de rotas de circulação de usuários, funcionários e transporte de livros. A altura para o alcance de prateleira para um indivíduo adulto não deve ultrapassar 1,80m.

O acesso ao acervo e salas de consulta pode ser controlado por cancelas, dispositivos de segurança nos livros e, se possível, apresentar apenas uma entrada e uma saída. Por motivos funcionais, recomenda-se localiza-lo próximo ao balcão de informações e empréstimos.



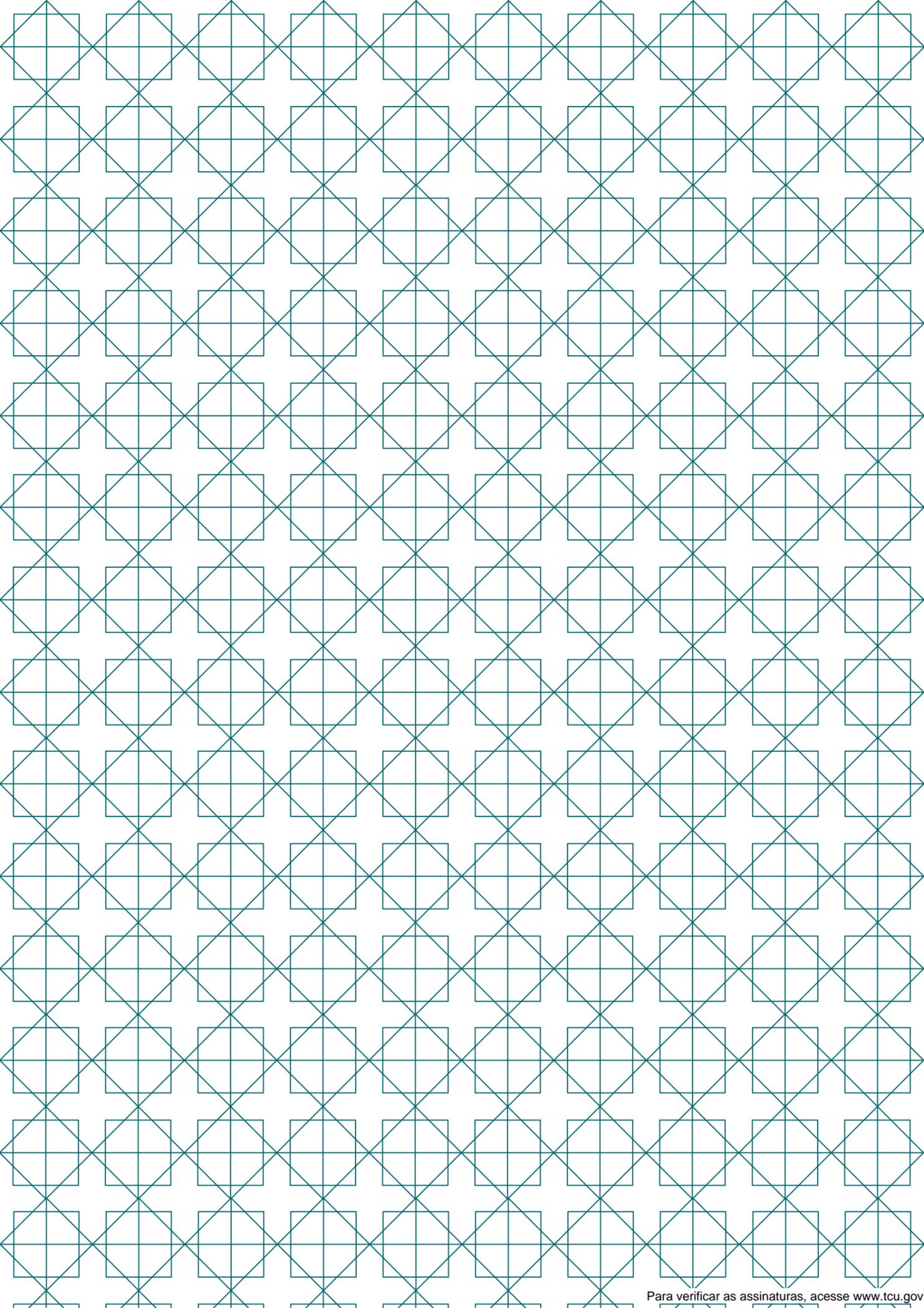
Figura 18: Acervo da Biblioteca de Ciências da Saúde UFC.

1.4.2. Salas de consulta

As salas de consulta, com espaço para leitura e trabalho, devem ser acessíveis e facilitar o transporte de livros, apresentando sistemas de sinalização. O dimensionamento das áreas de leitura depende da demanda de estudantes e distribuição de espaços para trabalho individual ou em grupo. A área recomendada para espaços simples de leitura/trabalho é de 2,50m² por estudante, enquanto espaços com computadores exigem acima de 4.00m².



Figura 19: Sala de consulta da Biblioteca de Ciências da Saúde UFC.



2

CONFORTO AMBIENTAL

O Conforto Ambiental compreende o estudo das condições térmicas, acústicas, luminosas e energéticas e os fenômenos físicos a elas associados como um dos condicionantes da forma e da organização do espaço. De acordo com o Manual de Conforto Ambiental em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde,

Estudos a respeito de conforto têm demonstrado que condições desfavoráveis – como excesso ou ausência de calor, umidade, ventilação e renovação do ar, ruídos intensos e constantes, condições lumínicas inadequadas, odores distintos e diversos – podem representar uma grande fonte de tensão no desenvolvimento das atividades de trabalho. Para cada uma das variáveis ambientais (luz, clima, ruídos, odores, cores) há características específicas mais ou menos facilitadoras das sensações humanas, resultando nos segmentos de percepção visual, lumínico, acústico, higrotérmico, olfativo e ergonômico. (BRASIL, 2014, p.12).

A Figura 20 apresenta os componentes de conforto e sua composição de abordagens resultando na percepção humana de conforto.



Figura 20: Fatores Ambientais, abordagens e interferências que resultam no conforto humano. Fonte: BITENCOURT (2013) apud BRASIL, 2014, p.12.

O presente capítulo apresenta os conceitos básicos de conforto ambiental, considerando os seus principais aspectos abordando o conforto térmico, visual e acústico.

O conforto térmico numa edificação é configurado por meio de suas condições de exposição à radiação solar (insolação), das condições de ventilação e dos materiais utilizados. A observação desses aspectos garante a redução do consumo de energia do edifício devido ao condicionamento artificial de ar.

O conforto visual é proporcionado pela iluminação natural e artificial e novamente o consumo de energia pode ser alcançado através da integração desses dois aspectos no projeto.

O conforto acústico, por sua vez, envolve tanto a qualidade do som dentro ambiente, quanto o seu isolamento, evitando a transmissão de ruídos indesejáveis.

2.1. CONFORTO TÉRMICO

2.1.1. Radiação Solar

O movimento aparente do sol varia de acordo com a latitude do local. Para se

verificar qual é a insolação em cada orientação, é necessário saber qual é a direção do norte geográfico do terreno. As fachadas voltadas a leste recebem sempre o sol pela manhã e as a oeste, o sol da tarde.

As superfícies horizontais são as que recebem a maior quantidade de radiação solar, quando comparadas às verticais, devido à incidência solar durante o dia todo. Janelas voltadas a oeste contribuem significativamente para o desconforto térmico dos ambientes no verão e devem ser evitadas. O mesmo deve ser observado para aberturas na cobertura (horizontais).

Existem alternativas para efetivar ações de controle solar e reduzir a carga térmica sobre o edifício:

- Orientação solar das fachadas e dimensão das áreas envidraçadas,
- Proteções solares internas: persianas, cortinas, etc.,
- Proteções solares externas: os brises-soleil.

Proteções Solares

As proteções solares são utilizadas nas janelas tanto com o intuito de impedir a incidência direta da radiação solar nos ambientes, a fim de evitar o seu sobreaquecimento, quanto para filtrar, difundir ou refletir a luz natural, evitando dessa forma o ofuscamento e auxiliando a distribuição da luz. Elas podem ser internas ou externas, fixas ou móveis, ser constituídas de diversos materiais e cores e possuir variadas geometrias. Todas essas características são definidas de acordo com as necessidades a serem atendidas. Para se evitar o sobreaquecimento, as proteções solares externas são mais eficientes, pois bloqueiam a radiação solar antes que essa incida no ambiente. As suas dimensões são determinadas de acordo com a orientação da fachada e o período do ano que se deseja a proteção. Elementos do entorno, como árvores, outros edifícios, ou até superfícies do mesmo edifício também podem atuar como elementos sombreadores.

De acordo com sua posição, as proteções solares são classificadas como: horizontais, adequadas para situações em que o sol seja alto; verticais, cuja proteção está sujeita à variação do azimute solar através de seu movimento ao longo do horizonte; e mistas, que associam os elementos de ambos os tipos.

O brise é um elemento arquitetônico utilizado na fachada de um edifício, com o propósito de impedir os efeitos da insolação no seu interior. Eles podem estar na horizontal ou na vertical, fixos ou móveis. Pode possuir sistemas complexos, com roldanas por exemplo, ou até mesmo um sistema simples, feito de uma fileira de ripas alinhadas verticalmente, na frente de uma janela. Os materiais são os mais variáveis, como madeira, metal, concreto, cerâmica, vidro e até bambu.

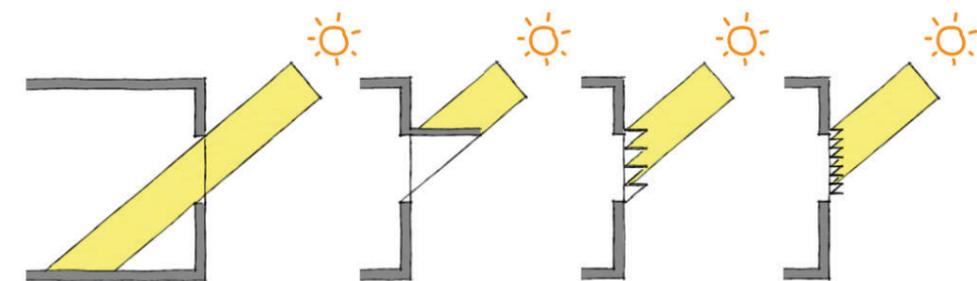


Figura 21: Diferentes formatos de brises.

Existem regras para saber em qual fachada e qual a posição para usar estes elementos, a tabela a seguir apresenta a indicação de brise-soleil segundo a orientação da insolação na fachada do edifício:

Orientação de fachada	Brise predominante
Norte	Horizontal
Noroeste	Misto
Nordeste	Vertical
Sudoeste	Misto
Sul	Horizontal
Sedeste	Misto
Leste	Vertical
Noroeste	Misto

Fonte: Manual da USP (ALVES, 2011).

O distanciamento do brise em relação à fachada permite a abertura das janelas e a ventilação cruzada, possibilitando o controle da luz natural e um melhor conforto térmico.

Persianas internas permitem que a radiação solar entre em contato com vidro gerando uma situação térmica desfavorável, já as persianas externas produzem uma situação de maior conforto térmico.

Análises sobre o clima e sobre a orientação solar devem ser feitas sobre a implantação de cada edifício existente a fim de diagnosticar qual brise irá melhorar seu desempenho de conforto numa situação de reforma.

2.1.2. Ventilação

Ventilação Natural

Ambientes didáticos são geralmente utilizados por um elevado número de pessoas. Neles a troca do ar interno pelo externo através da ventilação natural é importante para garantir a qualidade do ar interior e o conforto térmico dos ocupantes. O movimento do ar causado pela ventilação passa pela pele dos ocupantes, favorecendo a perda de calor por evaporação.

Uma das formas mais usuais de se prover a ventilação natural em um ambiente é através da ventilação cruzada. Esta é obtida através do posicionamento das aberturas em fachadas distintas e tendo-se em conta a direção predominante dos ventos no local. Ao incidir no edifício o vento cria pressões distintas nas suas

superfícies e, através das aberturas, o ar percorre dos pontos de pressão positiva (sobrepessões) para os de pressão negativa (subpessões). O posicionamento das aberturas de entrada e saída do ar nas superfícies de pressão positiva e negativa, respectivamente, faz com que haja a ventilação natural. Orientando-se as aberturas dessa forma, em relação ao vento predominante, garante-se o aproveitamento da ventilação natural na maior parte do tempo possível e que o ar com temperatura mais baixa no período noturno entre no ambiente resfriando as superfícies internas.

Outra forma de se obter a ventilação natural é através da ventilação por convecção. Na ventilação por convecção a renovação de ar ocorre devido ao posicionamento de aberturas em diferentes alturas. As janelas mais baixas permitem a entrada de ar fresco, enquanto que as mais altas permitem a saída do ar. Isso acontece porque o ar quente é mais leve que o ar frio. É importante ressaltar que esse efeito é mais acentuado quando há maior diferença de altura entre as aberturas.

Ventilação Mecânica

Ventiladores

A eficiência de um ventilador é expressa pelo movimento de uma quantidade de ar em m³/minuto. Esse volume é calculado de acordo com o número de pás na hélice, a potência de rotação do motor e o deslocamento do ar. Quanto maior a capacidade de movimentação de ar, maior é a área de ventilação.

Ar Condicionado

As especificações para a instalação de ar condicionado devem sempre considerar os espaços necessários para a instalação dos equipamentos, interno e externo, as distâncias em relação a móveis e paredes e as exigências de instalação de cada tipo de aparelho.

Os aparelhos de parede devem ser instalados em aberturas na vedação, sendo que os portáteis e *splits* fixos exigem tubo de evacuação de ar através de pequenas aberturas.

A potência de refrigeração de cada aparelho, medida em BTU (Unidade Térmica Britânica) é a quantidade de energia necessária para elevar em um Fahrenheit a massa de uma libra de água (1BTU). A capacidade de resfriamento de um aparelho de ar condicionado é normalmente definida em função da quantidade de metros cúbicos do ambiente. Uma avaliação preliminar da potência necessária para o

resfriamento de um ambiente pode ser efetuada em função da área, quantidade de pessoas e número de aparelhos eletrônicos no espaço. Com base na ocupação de duas pessoas em um ambiente com altura aproximada de 3,00m, a tabela a seguir pode ser usada como referência de potência de refrigeração de aparelhos de Ar Condicionado:

Tamanho do ambiente	Sol da manhã	Sol à tarde ou o dia todo
Até 10 m ²	Até 7.500 BTU's	Até 7.500 BTU's
de 10 m ² à 20 m ²	de 7.500 à 12.000 BTU's	de 7.500 à 12.000 BTU's
de 20 m ² à 30 m ²	de 12.000 à 15.000 BTU's	de 12.000 à 18.000 BTU's
de 30 m ² à 50 m ²	de 15.000 à 21.000 BTU's	de 18.000 à 30.000 BTU's
de 50 m ² à 70 m ²	de 21.000 à 30.000 BTU's	30.000 BTU's

Fonte: Manual da USP (ALVES, 2011).

Para a utilização da tabela acima deve ser adicionado o valor de 600BTUs para cada pessoa ou equipamento eletrônico a mais. Outra alternativa é adotar a ocupação de duas pessoas por ambiente e multiplicar a área do ambiente por 600BTUs, em ambientes de baixa exposição solar, ou 800BTUs, para ambientes de alta exposição solar, somando a esse resultado o valor de 600BTUs para cada.

2.1.3. Transmitância Térmica e Materiais

Ocorrem trocas de calor entre os ambientes interno e externo através dos materiais que constituem a envoltória do edifício. Quanto à envoltória opaca (paredes, cobertura e piso), é a cobertura a superfície mais vulnerável, devido à incidência de radiação solar na mesma durante todo o dia. É importante que a cobertura possua adequada transmitância térmica, podendo-se utilizar como referência os valores máximos indicados no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, RTQ-C.

Os valores máximos para a transmitância térmica indicados do RTQ-C variam de acordo com o nível de eficiência energética pretendido. A transmitância térmica é uma propriedade dos fechamentos que indica a quantidade de calor que é transmitida em regime estacionário entre dois ambientes divididos. Na NBR 15220 (ABNT) é apresentada uma tabela com os valores de transmitância térmica das coberturas mais usuais.

Quanto mais escura a cor de uma superfície, mais radiação solar ela absorve. Portanto, devem ser evitadas coberturas escuras ou cores escuras nas fachadas de maior insolação - exceção se faz à cobertura cerâmica, desde que esta não seja esmaltada ou pintada.

Nos ambientes com superfícies transparentes (vidros e policarbonatos), ocorre o "efeito estufa", pois ao permitirem que a radiação solar atravesse suas superfícies, esses materiais transmitem grande parte da radiação solar diretamente ao ambiente interno. No entanto, essa radiação solar, ao atingir os ambientes internos, aquece-os, e estes reemitem radiação em outra faixa de comprimento de onda, a qual não atravessa novamente o vidro. Com isso, ocorre sobreaquecimento do ambiente interno. Quanto maior a área das superfícies transparentes e/ou a incidência de radiação solar, maior esse efeito.

2.2. CONFORTO VISUAL

2.2.1. Iluminação Natural

As janelas propiciam contato visual com o exterior e permitem a entrada de luz natural, que pode ser aproveitada para reduzir os gastos de energia com iluminação artificial. O conforto visual é obtido através da garantia de adequados níveis de iluminação no plano de trabalho, os quais são função da tarefa a ser executada.

Também é necessário que haja ausência de ofuscamento e contrastes. Para isso influenciam as condições de céu no local, a incidência solar nas aberturas, o tamanho e o posicionamento das janelas na fachada, as cores das superfícies interiores, o comprimento da sala e a existência de elementos externos e/ou internos que auxiliem a distribuição e difusão da luz. Algumas regras gerais devem ser observadas, como evitar salas muito compridas com aberturas em uma só fachada e utilizar aberturas mais altas para melhorar a distribuição de luz.

As cores das superfícies também influenciam, como veremos adiante neste Manual. Além disso, todo espaço de trabalho de permanência prolongada, como os ambientes didáticos, deve possuir janelas com altura suficiente para permitir o contato do usuário com o exterior.

2.2.2. Iluminação Artificial

O nível de iluminação artificial de um ambiente depende do tipo de lâmpada e luminária adotadas, além de características próprias do ambiente como seu tamanho e o grau de reflexão dos elementos que o compõem - parede, teto,

piso. Uma boa solução de iluminação precisa atender a exigências econômicas, funcionais e ergonômicas, obedecendo tanto a critérios quantitativos quanto qualitativos.

2.2.3. Nível de Iluminação

Para ambientes de trabalho (desde escritórios individuais com luz diurna até ambientes amplos) o nível de iluminação exigido no plano de trabalho varia de 300 a 500 lux (tarefas visuais de classificação média, como leitura de documentos) e de 500 a 1000 lux (tarefas visuais de classificação alta, como desenho técnico). Em alguns casos específicos é possível obter níveis de iluminação mais elevados através da instalação de luminárias direcionadas para o plano de trabalho.

2.2.4. Direção da Luz

A iluminação deve ser dirigida preferencialmente do plano superior ou das laterais para o plano de trabalho evitando-se áreas de ofuscamento ou/e sombreamento.

A eliminação do ofuscamento pode ser conseguida através de luminárias com variações de ângulo (ângulos de blindagem $\geq 30^\circ$). A solução para o ofuscamento por reflexão é obtida através do uso da radiação luminosa lateral sobre o plano de trabalho combinada com revestimento das superfícies com material opaco. No caso de computadores, o problema de ofuscamento dos monitores pode ser facilmente resolvido com o posicionamento correto dos mesmos – caso permaneça o espelhamento de luminárias nas telas dos monitores, uma alternativa é o uso de refletores de grande brilho.

2.3. CONFORTO ACÚSTICO

As ondas sonoras são ondas mecânicas que se propagam através de um meio material, como por exemplo, o ar. Uma onda sonora é caracterizada pela sua frequência, em Hertz (Hz). O nível de pressão sonora é definido em decibel (dB).

O fato de determinado ambiente possuir uma boa acústica significa que ele reúne condições de propagação sonora adequadas para o fim a que se destina. Além disso, deve possuir também adequado isolamento sonoro. Em seguida abordaremos dois aspectos importantes do conforto acústico: tempo de reverberação e isolamento sonoro.

2.3.1. Tempo de reverberação

Um fator importante para garantir a qualidade acústica de um ambiente é o seu tempo de reverberação. Ele é definido como o “tempo necessário para que o nível de pressão sonora caia de 60dB depois que a fonte cessou” (ABNT, NBR 11957:1988).

Uma sala de aula ou auditório deve possuir um tempo de reverberação próximo ao ideal, o qual é função do tipo de som produzido no local. É possível calcular o tempo de reverberação de um ambiente contabilizando-se os materiais constituintes das superfícies interiores e a absorção do som devido a elementos situados dentro da sala, como mobiliário e pessoas. É necessário que haja um adequado equilíbrio entre os materiais e elementos absorventes e refletores, de modo que o tempo de reverberação não esteja nem acima e nem abaixo do desejado.

A absorção do som por cada superfície ou elemento interior varia de acordo com a frequência do som incidente. A espuma, assim como a lã de vidro, são materiais que absorvem com grande facilidade ondas sonoras de frequências médias e elevadas, não atuando, entretanto, em ondas de frequência baixa. Como o tempo de reverberação deve ser atendido nas variadas frequências correspondentes ao tipo de som produzido no local, deve-se procurar um equilíbrio entre a absorção e a reflexão, considerando-se as diferenças de comportamento dos materiais.

Toda superfície paralela deve ser evitada em um projeto acústico. Tais superfícies produzem o efeito chamado de “flutter echo”, que é uma realimentação da reverberação que pode chegar a produzir o eco. A técnica de construção de variados ambientes mostra a conveniência de se utilizar tetos e paredes irregulares, observando-se que o piso deve ser o mais regular possível, a fim de evitar acidentes e permitir acessibilidade plena.

2.3.2. Isolamento Acústico

O isolamento acústico dos ambientes didáticos possibilita evitar a interferência de sons externos indesejáveis, assim como a transmissão do som produzido no interior de uma sala para outros ambientes. Para isso, um isolamento acústico adequado deve considerar as propriedades acústicas da envoltória (paredes, teto, piso, janelas e portas) em função das frequências sonoras.

Além do ruído aéreo, também se deve observar a transmissão do som através da estrutura do edifício. Em alguns edifícios, a interferência de sons indesejáveis pode ser evitada através da distribuição dos ambientes e seus usos, evitando-se a proximidade de situações que causem incompatibilidade.

2.3.3. Forros acústicos

Os forros acústicos podem ser encontrados em diferentes tipos de materiais e acabamentos como: porosos ou fibrosos; perfurados ou ranhurados; rígidos ou semi-rígidos; planos ou nervurados; de estrutura micro celular. Além de seu desempenho termo acústico, facilitam a distribuição das instalações de segurança, ar-condicionado e iluminação.

Normalmente possuem instalação fácil e simples, contribuindo de forma eficaz na melhoria da qualidade dos ambientes didáticos.

Abaixo seguem alguns exemplos de forros acústicos:

- **Drywall:** forro de placas removíveis, usualmente perfuradas ou nervuradas, de alto rendimento, com pintura látex vinílica e base não aparente com proteção de feltro acústico;
- **Fibra Mineral:** forro de placas removíveis com excelente desempenho acústico e alta performance térmica, adequado a várias necessidades;
- **Fibra de vidro:** forro de fácil instalação, disponível em placas de diversos tamanhos e cores, que melhora a acústica (absorção pontual) e reduz o tempo de reverberação;
- **Colméia:** forro de instalação simples e módulos de fácil remoção, possibilita o rebaixamento de tetos em locais que precisam ser ventilados.

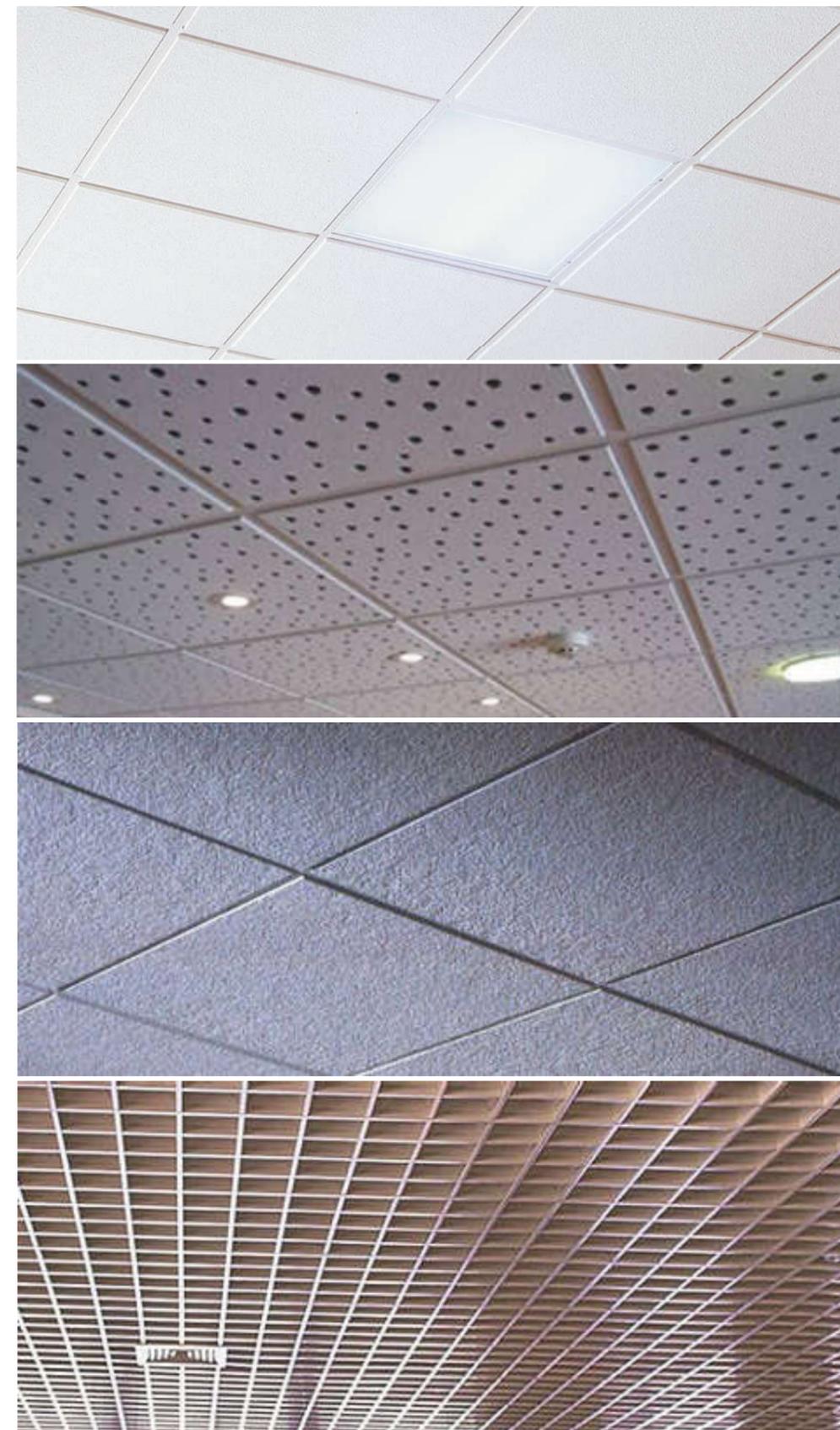
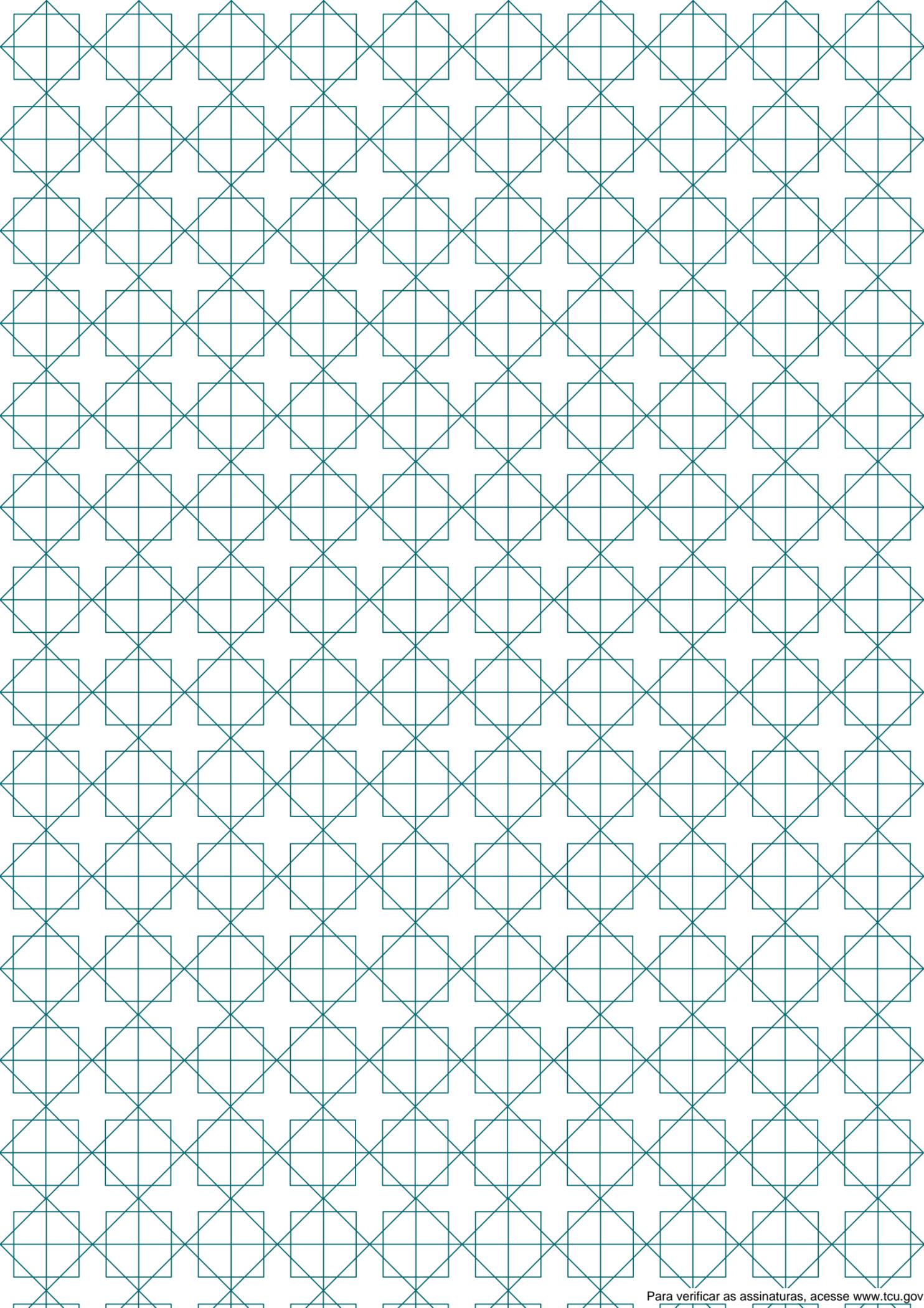


Figura 22: Tipos de Forro: Drywall, Fibra Mineral, Fibra de Vidro e Colméia.



3

MOBILIÁRIO

Para escolher o mobiliário de ambientes didáticos deve-se ter em mente que estes espaços são usados intensamente por usuários diversos, deste modo requer um alto nível técnico para que garanta sua alta durabilidade e eficiência. Há três critérios essenciais que devem ser observados nesta escolha: critérios ergômicos, critérios pedagógicos e tecnológicos, responsáveis pelo conforto e saúde dos usuários, experiência de ensino e durabilidade do mobiliário.

Os aspectos de natureza ergonômica visam bem-estar e a saúde dos usuários. Este critério está atento ao dimensionamento adequado dos móveis utilizados de acordo com as dimensões físicas humanas (antropometria) e as atividades desenvolvidas.

Os critérios pedagógicos atentam-se para o uso do ambiente, sua capacidade e atividades didáticas propostas, o objetivo é adequar o espaço ao método pedagógico adotado. Ambientes com possibilidade de rearranjo do mobiliário e reconfiguração do espaço podem ser fundamentais para ensino e aprendizagem, a depender das propostas pedagógicas e atividades didáticas.

Ao considerar aspectos de tecnologia construtiva, deve-se observar a resistência, a rigidez e a qualidade do mobiliário para permitir um uso seguro e prolongado. Aspectos como manutenção e a possibilidade de fácil reparo são observações importantes a serem feitas no ato da compra.

Outro item de importância é a limpeza. Leva-se em conta a praticidade e velocidade para limpar o mobiliário e o espaço, a possibilidade de empilhamento aqui é vantajosa.

3.1. SUPERFÍCIES DE TRABALHO E ASSENTO

As superfícies de trabalho e assento são peças centrais para a mobília dos ambientes didáticos, sobretudo das salas de aula. É preciso garantir que os aspectos ergonômicos sejam atendidos para garantir o conforto dos usuários, bem como estar atento aos diferentes modelos existentes e sua adequação as atividades realizadas nas salas.

3.1.1. Carteiras para salas de aula

Conjunto individual independente

Esta unidade de trabalho é individual e caracteriza-se por ter a superfície e o assento desmembrados. Esta conformação é mais versátil por permitir utilizar cadeira e mesa separadas, no entanto necessita de uma área útil maior que a carteira com prancheta acoplada. Este tipo de unidade de trabalho não é recomendado para salas de aula expositivas.

Carteira com prancheta

As pranchetas podem ser dobráveis ou fixas, possibilidades que interferem no acesso e circulação das áreas de trabalho. São unidades pouco versáteis, porém otimizam o espaço e são fáceis de mover, otimizando a limpeza das salas de aula. Deve-se prever um percentual mínimo de (dez) 10% do total de cadeiras para canchotos com pranchetas posicionadas do lado esquerdo.

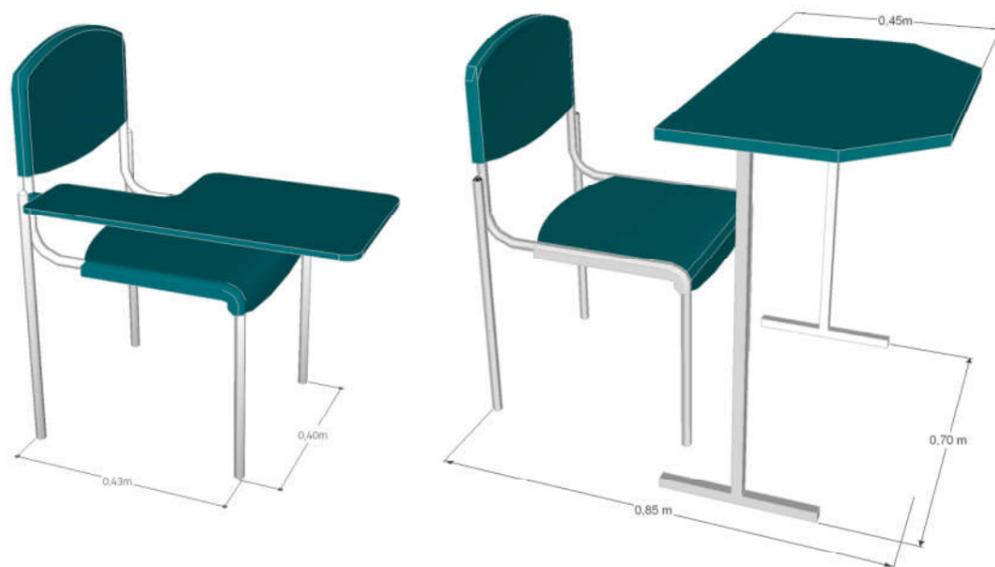


Figura 23: Carteira com prancheta e Conjunto individual independente.

Mesa de múltiplo uso

São móveis cuja versatilidade permite usos adequados às diversas circunstâncias de ensino. Pode-se chama-las também de mesas ocasionais, pois servem para atender a exposições, reuniões, refeitórios, jogos educativos, lazer, etc. Podem ser de diversas formas e tamanhos.

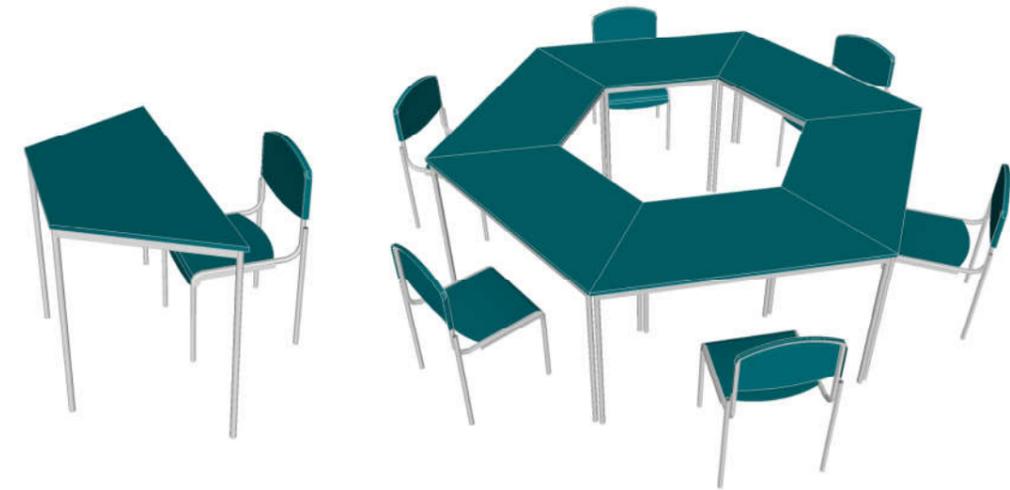


Figura 24: Exemplo de mesa de múltiplo uso.

Prancheta

As pranchetas são indispensáveis para ambientes didáticos onde se desenvolve a atividade de desenho. Possui dimensões maiores que uma carteira convencional e a possibilidade de inclinar seu tampo. Deve-se prever a adição acessórios ao tampo, como régua paralelas sem que comprometa a funcionalidade da prancheta



Figura 25: Exemplo de Prancheta.

3.1.2. Mesa para professor

Área disponível para o professor dispor os materiais didáticos para o ensino, bem como para a instalação de equipamentos de apoio (projetores, notebooks, etc). Suas dimensões devem ser generosas e pode possuir nichos que facilitem o suporte de materiais. As cadeiras devem ser confortáveis e permitir a mobilidade do docente.



Figura 26: Exemplo de mesa para professor e de bancada para sala de informática.

3.1.3. Bancadas

Bancada para sala de informática

O mobiliário para as salas de informática deve ser bastante simples e versátil para acompanhar a atualização dos equipamentos. A mobília é composta por mesas individuais ou bancadas com estrutura comum e superfície contínua que comportam vários equipamentos. Deve-se seguir as seguintes recomendações:

- Possuir entre 68 e 72 centímetros de altura e 75 centímetros de profundidade mínima;
- Adota-se 1,40 metros como o comprimento necessário para operação de dois alunos;
- É necessário que a mesa possua superfície em cor clara e material fosco;
- Os cantos das mesas e balcões devem ser arredondados e revestidos;
- Deve-se prever sistema para passagem de cabos;
- Possibilitar altura adequada a visão do monitor, observar casos em que CPU é utilizada abaixo do monitor.

Bancada de laboratório

O mobiliário base dos laboratórios de ensino são as bancadas e bancos, o equipamento irá variar de acordo com as atividades desenvolvidas naquele laboratório. Como vimos no capítulo 1, o layout das bancadas poderá variar bastante, mas deve sempre seguir as seguintes recomendações:

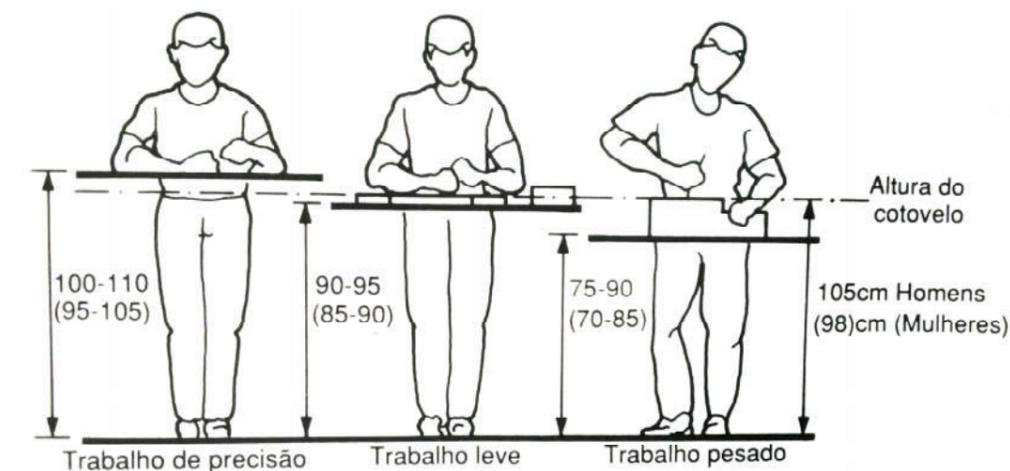


Figura 27: Alturas recomendadas para as superfícies horizontais de trabalho, na posição em pé, de acordo com o tipo de tarefa (GRANDJEAN, 1983).



Figura 28: Bancada de laboratório SEARA da Ciência - UFC.

3.1.4. Poltrona para auditório

Uma possibilidade para os auditórios são as longarinas. Este tipo de assento consiste na disposição de cadeiras em fileiras, normalmente com prancheta móvel sobre um dos braços. É bastante eficiente em termos de espaço ocupado e pode ser facilmente removida. A adoção de pranchetas móveis otimiza o espaço e facilita o acesso ao assento, devido a distância reduzida entre um fileira e outra. Este mobiliário é recomendado apenas para espaços de pouca permanência.

As poltronas de auditório, que atendem a uma permanência de longa ou média duração, devem ser do tipo poltrona, acolchoada, com apoio para os braços e leve inclinação.

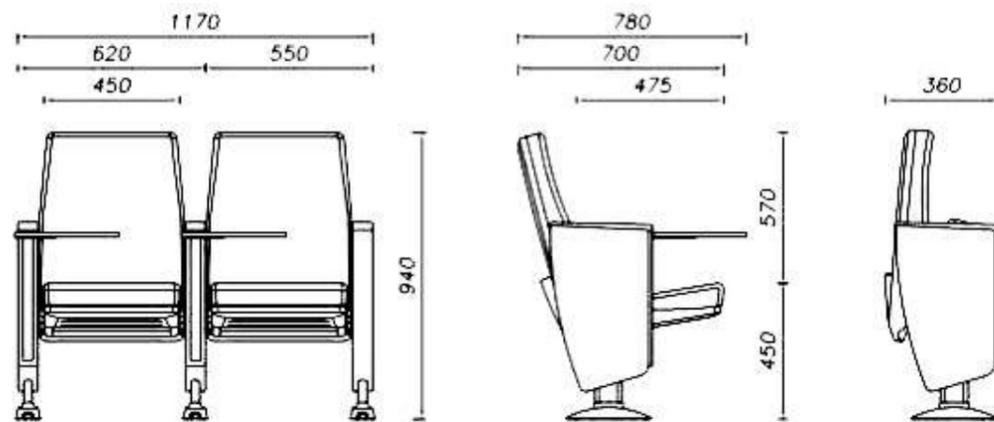


Figura 29: Dimensões de poltrona de auditório com prancheta móvel.

3.2. MOBILIÁRIO PARA GUARDAR MATERIAIS

Mobiliário destinado para o armazenamento de materiais e equipamentos didáticos ou pertences do aluno, compreendem as estantes, guarda-volume e armários.

3.2.1. Armário

Os móveis utilizados para guardar materiais nas universidades abrigam uma grande diversidade de itens, desde livros até materiais de informática, pesquisa e laboratório.

3.2.2. Guarda-volumes

Os guarda-volumes são constituídos por um aglomerado de módulos, tendo

cada módulo a função de guardar o material de um aluno. Estes módulos podem ser abertos ou fechados com chave. A dimensão mínima para o módulo é de 20x30x40 cm (comprimento x altura x profundidade), devendo, quando possível, oferecer diferentes módulos. Localizam-se em estantes ou debaixo de balcões.

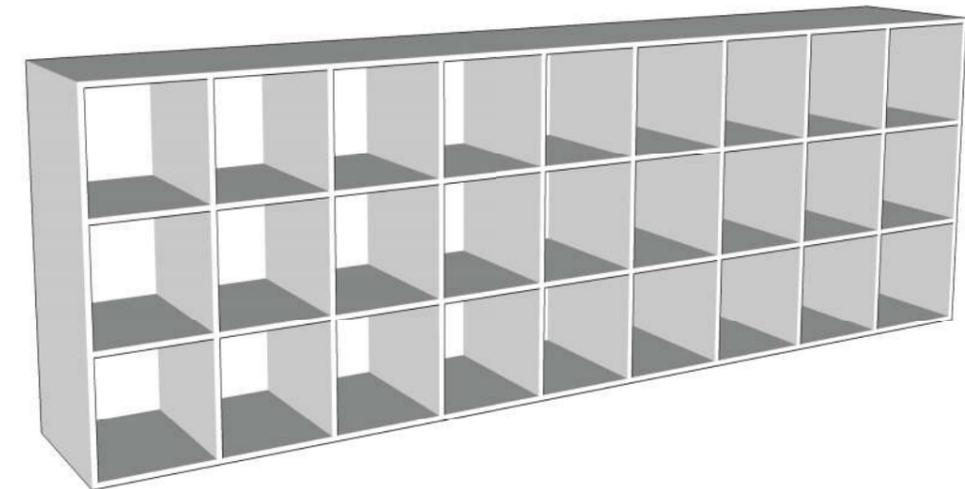


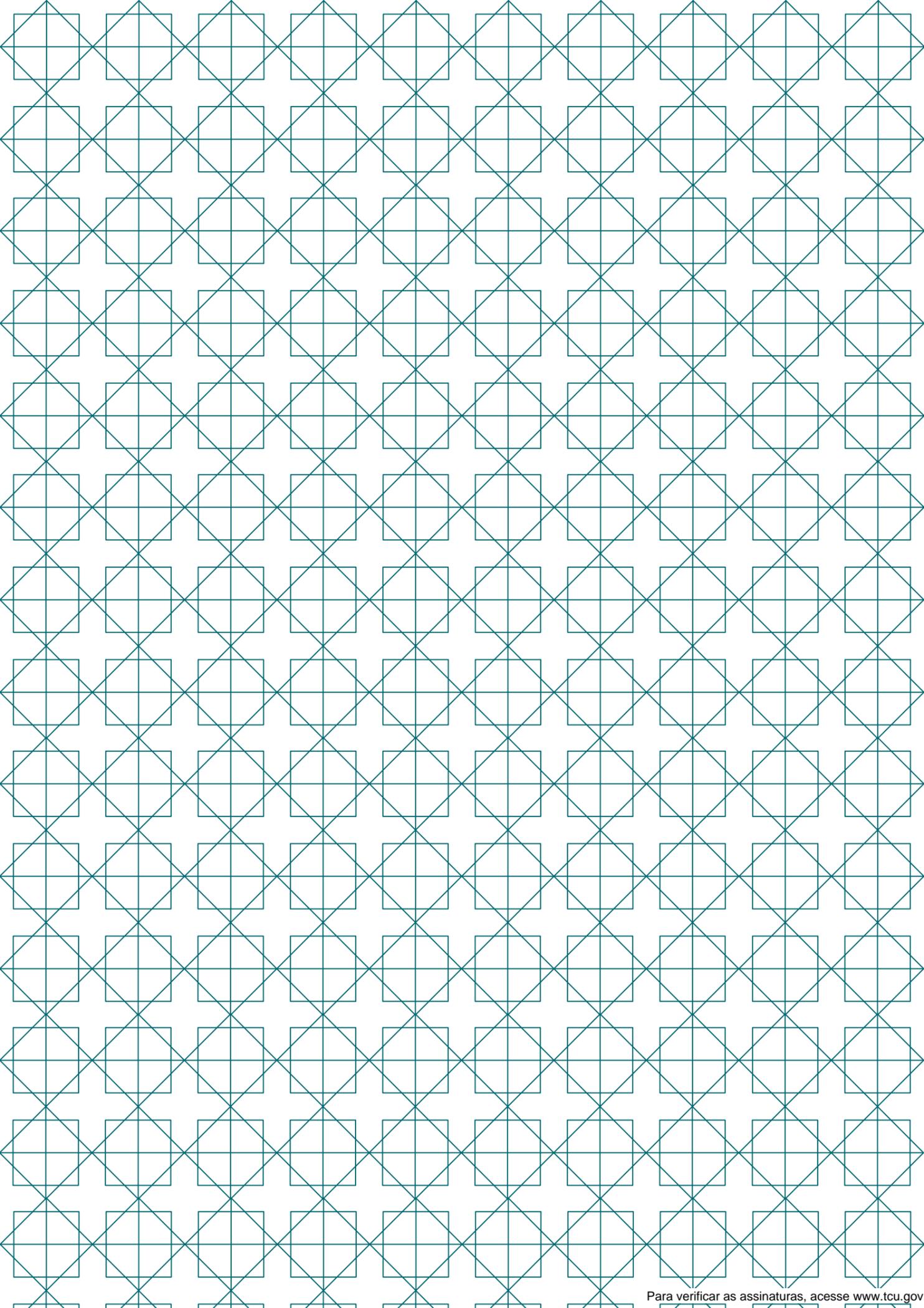
Figura 30: Exemplo de módulo aberto de guarda-volumes.

3.2.3. Estantes para livros e periódicos

As estantes de livros são itens notórios das bibliotecas, responsáveis por guardar e dispor os livros e periódicos para a consulta dos alunos. As estantes metálicas com furações permitem a variação da altura e inclinação das prateleiras e da sua montagem com uma ou duas faces. Estas conveniências garantem que as prateleiras se adequem perfeitamente ao acervo e sua conformação.



Figura 31: Padrão de estante de aço para livros e periódicos utilizado na UFC.



4 ESPECIFICAÇÕES GERAIS

Neste capítulo estão dispostas disposições gerais relativas a equipamentos de apoio didático, instalações eletro-eletrônicas e pinturas.

4.1 EQUIPAMENTOS

4.1.1. Lousa branca

A lousa branca pode ser utilizada em diversas dimensões, de modo fixo ou móvel. Na versão fixa, é aconselhada a utilização de lousas ligeiramente curvas, para favorecer a visualização plena por espectadores localizados mais nas laterais das salas de aula. A versão móvel é recomendada para ambientes de múltiplo uso, no qual se desenvolvam atividades dinâmicas e variadas, podendo ser fiada em suporte deslizante ao longo da parede.

Como vantagem em relação ao tradicional quadro negro, a lousa branca não produz pó, não afetando a saúde dos docentes e espectadores, pois demanda uso de pincel atômico para escrever e desenhar. No entanto, pode apresentar maior reflexão de luminosidade do que as lousas feitas com tinta ou as paredes-lousa. Tendo em vista esse aspecto, a projeção da iluminação na lousa deve ser cuidadosamente avaliada para não ocasionar desconforto visual nos espectadores.

No geral, as lousas devem possuir 1,20m de altura e distar 1,00m do piso do ambiente. Além disso, a fim de facilitar a utilização das lousas, preferencialmente essas devem possuir porta apagador, localizado embaixo de todo o comprimento. Também se faz importante verificar a necessidade de quadriculados desenhados na lousa, ou seja, se há a necessidade de a lousa ser diagramada, o que poderá facilitar o aprendizado quando o professor ou palestrante necessitar desenhar algo para ilustrar suas ideias.

Quanto à manutenção, as lousas brancas são facilmente mantidas, apenas com a utilização de álcool e uma flanela macia, a fim de remover possíveis resquícios de tinta dos pincéis que poderão ocasionar dificuldade na visualização pelos

espectadores. Vale ressaltar a importância da utilização de pincéis adequados e próprios para o uso em quadro branco, a fim de evitar manchas excessivas ou irreversíveis que prejudiquem seu uso.

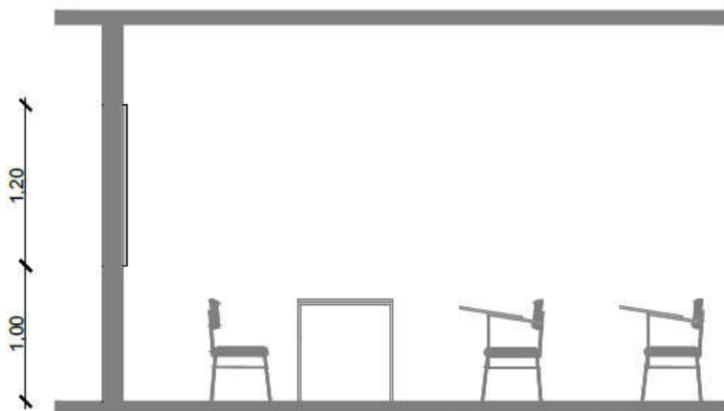


Figura 32: Corte com demonstração de alturas referentes a lousa.
Fonte: Manual da USP (ALVES, 2011).

Um tipo especial de lousa branca feito com placas de vidro, temperado ou laminado, é recomendado para laboratórios ou ambientes de múltiplo uso, onde o uso de giz não é desejável. Sua utilização em todas as paredes da sala possibilita dinâmicas variadas de aula. Porém, para esse tipo de utilização, a preocupação com a interferência da iluminação na perfeita visualização deve ser analisada com mais cuidado.



Figura 33: Lousa branca na sala de aula do curso de Engenharia Elétrica, UFC Sobral.

4.1.2. Lousas digitais

As lousas digitais são telas sensíveis ao contato, por canetas ou pelo toque do dedo, que permitem a interação para a realização de comandos na tela multimídia. Esse tipo de lousa trabalha em conjunto com um projetor e um computador. A interação é possibilitada por meio de tecnologias de ultrassom (infravermelho), resistiva ou eletromagnética, apresentando diferenças quanto à forma de contato, os materiais e as especificações de manutenção e instalação.

4.1.3. Parede-lousa

A livre utilização de toda a superfície de uma parede, sem a definição de um quadro bem delimitado, permite a transformação das paredes-lousa (plano de trabalho) em um plano dinâmico. Além disso, em condições adequadas de controle de iluminação, já existem equipamentos que permitem a projeção direta sobre a parede-lousa, suprimindo a necessidade de tela. As paredes-lousas são comumente feitas através do emprego de material fenólico laminado, fórmica, ou pintura especial sobre parede, e, para todos os casos, devem ser observados cuidados especiais na preparação da parede e na seleção e aplicação dos materiais.

4.1.4. Tela / Plano de projeção

É recomendada a centralização do plano de projeção no centro da parede, na frente da sala de aula, de modo que todos tenham o melhor ângulo de visão. A seguir são apresentados os três tipos mais comuns de tela de projeção:

Tela retrátil

Trata-se de uma tela com enrolamento automático por um mecanismo composto por molas, o que permite o ajuste de altura em diversos níveis e retorno automático da tela. São indicadas para salas de aula expositivas e espaços semelhantes. Estão disponíveis em diversos tamanhos e podem ser instaladas sobre quadros brancos, painéis ou paredes, com suporte para fixação permanente na parede (padrão) ou teto.

Tela retrátil com tripé

Por serem móveis e portáteis, possibilitam maior flexibilidade no uso, podendo ser utilizadas em diversos ambientes com a mesma qualidade e segurança das delas fixas. Além disso, possibilitam o acerto da inclinação vertical da tela para se ajustar à imagem gerada pelo projetor.

Tela motorizada

Possui uma estrutura semelhante às telas retráteis, porém é acionada por um motor elétrico, proporcionando maior comodidade. Comumente é mais utilizada em auditórios e salas de vídeo. Possui como acessórios: controle remoto por radiofrequência e sensor de corrente.

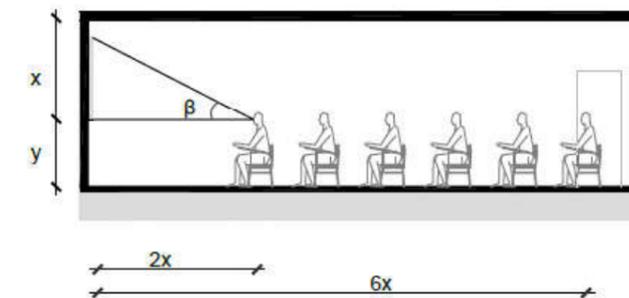
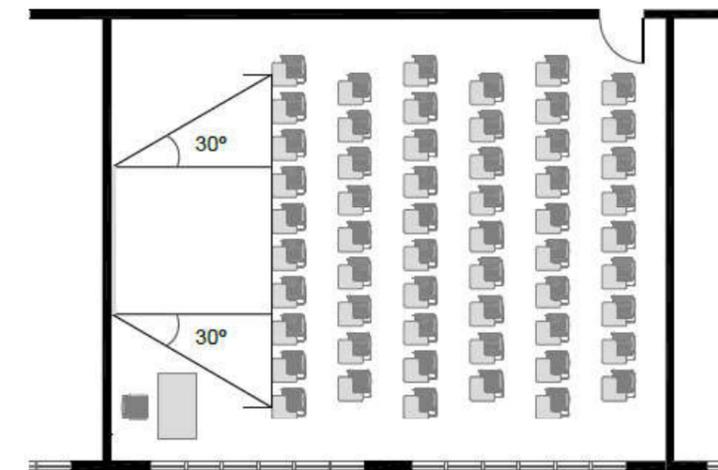
4.1.5. Tela para projeção

O tamanho ideal da tela de projeção deve ser calculado com base nas dimensões da sala, na disposição e na distância dos assentos até a tela. Para esse cálculo as seguintes recomendações devem ser observadas:

- A distância máxima do último espectador não pode ser maior que seis vezes a altura da tela;
- A distância mínima do primeiro espectador não pode ser inferior a uma vez e meia a altura da tela;
- O perfil inferior da tela deve ficar entre 90cm e 120cm do nível do piso, de modo que os espectadores da última fileira possam ter visão plena da projeção;
- O ângulo formado entre os espectadores sentados nas laterais da primeira fileira e a lateral da tela de projeção não deve ser superior a 30°;
- O ângulo formado entre o ângulo de visão da primeira fileira de espectadores e os limites superior e inferior da tela de projeção não deve ser superior a 33°.

Apresentamos na tabela abaixo distâncias e dimensionamentos para telas de projeção, calculados em função da distância entre os espectadores e a tela, de forma a possibilitar a adequada leitura de um texto e a exibição de detalhes com clareza e nitidez. Normalmente a proporção 4:3 (largura para altura) é a utilizada.

Distância máxima dos espectadores	Distância mínima dos espectadores	Altura da tela	Largura da tela	Tela em polegadas
6 m	2,50 m	1,00 m	1,33 m	66"
7 m	2,50 m	1,20 m	1,60 m	79"
8 m	2,50 m	1,33 m	1,77 m	87"
9 m	2,50 m	1,50 m	2,00 m	98"
10 m	2,50 m	1,66 m	2,21 m	109"



Onde:
x = altura da tela
y = distância entre o chão e a linha de visão onde $90\text{ cm} < y < 120\text{ cm}$
 $\beta < 33^\circ$

Figura 34: Recomendações de dimensões da tela de projeção na sala de aula. Fonte: Manual da USP (ALVES, 2011).

4.1.6. Projetor

A qualidade da projeção é dependente, por um lado, da seleção do equipamento de projeção, diante das condições locais do ambiente, luminosidade, dimensões e tipo da tela e, por outro lado, das características do equipamento em si, como a resolução do computador e do projetor, ou contraste, brilho e nitidez.

Com relação ao Projetor, recomenda-se atenção referente:

- Ao seu posicionamento, uma vez que o projetor pode estar situado defronte (projeção frontal) ou atrás da tela (projeção reversa, na qual a imagem do projetor é modificada através de comandos para ser projetada invertida). Cuidados especiais com a tela translúcida devem ser observados na projeção reversa, já que materiais adequados direcionam a luz projetada para o auditório com alto ganho;

- A sua resolução, de forma que é essencial que a resolução nativa do projetor e a resolução do computador seja compatível;
- A sua luminosidade e temperatura, visto que a qualidade da projeção é melhor quanto mais lumens o projetor tiver. Equipamentos mais recentes podem até ser usados em ambientes em que não há bloqueio de luz;
- A que se evite a obstrução das suas saídas de ar.

Os projetores portáteis são recomendados para uso em laboratórios e salas de aula que possibilitem diversas configurações espaciais, potencializando o uso desses espaços através da realização de atividades didáticas distintas. Por nem sempre serem utilizados em ambientes com condições favoráveis de projeção, projetores portáteis geralmente possuem boa luminosidade. Recomenda-se que projeções devam sempre ser realizadas em salas bem ventiladas ou refrigeradas.

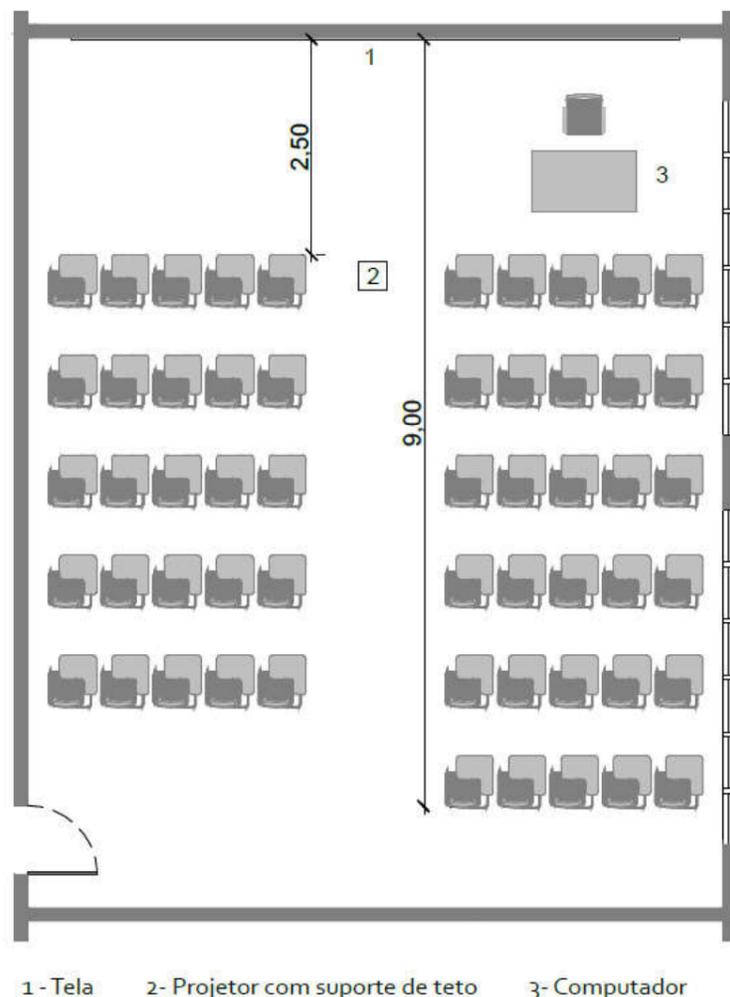


Figura 35: Exemplo da disposição dos principais equipamentos em sala de aula.
Fonte: Manual da USP (ALVES, 2011).

4.1.7. Sistema de projeção - equipamentos de apoio

Computadores

Geralmente, o computador e os outros equipamentos de apoio de áudio vídeo acoplados ao sistema de projeção estão localizados na parte frontal do ambiente didático. Deve-se sempre dispor esses equipamentos de forma a possibilitar sua fácil operação e manutenção, bem como não prejudicar a visibilidade de projeção. Quanto ao computador, é importante que se verifique a compatibilidade de resolução com a do projetor, e que o mesmo disponha de acesso à internet, por rede local ou wireless, considerando as demandas atuais em relação à didática.

Suportes

Os suportes para projetores multimídia se apresentam de duas formas: móveis, usualmente empregados para armazenar projetores e aparelhos de DVD, possuindo ajuste de altura da bandeja em alguns modelos, giro de 360 graus e prolongadores; de teto, com hastes móveis, ajuste direcional e de inclinação e extensor para regulagem da altura.

Outros equipamentos

É bastante comum a utilização de aparelhos de DVD, ou inclusive Blu-ray, associada a sistemas. Monitores ou televisores são também bastante utilizados em sistemas de exibição, e não devendo os mesmos serem menores a 29" possuírem resolução inferior a 640x480.

Monitores de televisão são transmissores de áudio e imagem a partir de variados possíveis sistemas: tubo, plasma, LCD ou LED. Para a escolha do aparelho, devem ser observados diversos aspectos como: qualidade do áudio, dimensão, formato da tela, consumo de energia ou durabilidade.

4.2 INSTALAÇÕES ELETRO-ELETRÔNICAS

Apesar de possuírem características que podem ser identificadas com padrão, as instalações eletroeletrônicas de um espaço didático devem ser resultado de um estudo específico que contemple as particularidades das atividades didáticas que se desenvolverão naquele ambiente.

Sistemas de comutação e circuitos de alimentação de energia devem ser de fácil visualização e reconhecimento.

A fiação elétrica deve ser embutida em eletrodutos, ou a disposta em canaletas externas onde todos os fios fiquem ocultos e presos. É indispensável a precaução em se verificar que toda a fiação elétrica esteja devidamente protegida, sendo ainda recomendável que todas as tomadas e disjuntores possuam identificação dos circuitos. Aconselha-se a elaboração de um diagrama da rede elétrica, com a identificação dos circuitos, disjuntores, interruptores, o que facilita a manutenção, assim como futuras alterações que se venham a mostrar necessárias. O quadro de forças deve estar situado em local de visível e de fácil acesso.

Deve-se também considerar a instalação de um sistema de proteção elétrica contra descargas atmosféricas, de forma a garantir a segurança da rede eletroeletrônica contra eventuais danos decorrentes de raios.

Nos laboratórios de informática, e em outras salas de demanda similar, aconselha-se a instalação de rede eletroeletrônica estabilizada e de um quadro de distribuição de energia elétrica exclusivo para os equipamentos eletroeletrônicos, devido às interferências e oscilações causadas por outros aparelhos.

Em outros laboratórios, em particular naqueles em que se empreguem produtos e reagentes químicos, os circuitos eletroeletrônicos devem ser protegidos contra umidade e agentes corrosivos, por meio de eletrodutos emborrachados e flexíveis.

Em salas de aula com projetores instalados ou possibilidade de utilização de projetores portáteis, bem como em auditórios, deve-se observar a necessidade de separar em interruptores distintos as lâmpadas localizadas mais a frente da sala (nas proximidades da tela de projeção) das demais, fazendo com que as lâmpadas apaguem e acendam em linhas paralelas ao plano da tela de projeção. Dessa forma podemos garantir que a luminosidade da sala de aula será facilmente controlada e poderá ser mantida caso se escolha utilizar um projetor.

Com o advento da tecnologia e considerando a inserção da tecnologia como

aliado no aprendizado, se faz necessário pensar em pontos de energia espalhados pela sala além do disposto para a utilização do projetor, pois o espectador poderá precisar usar seu computador portátil ou similares para tomar notas ou fazer um acompanhamento do que está sendo ministrado através dele. Dessa forma se garante maior interatividade no ambiente didático.

4.2.1. Dutos e canaletas

A utilização do sistema de canaletas é uma alternativa para condução de cabos adequada para reformas, uma vez que permite a instalação do cabeamento de energia, dados e áudio separadamente. Geralmente são encontradas em alumínio ou PVC e fiadas por parafusos, recomenda-se sua instalação a 300mm do piso ou a 150mm da face superior de bancadas.

Outra alternativa para o cabeamento são os dutos, sistema desenvolvido em substituição aos rodapés convencionais, que possibilita a instalação de cabos de dados, áudio e energia associada a caixas de tomadas e acessórios. Em função de suas dimensões reduzidas é imprescindível verificar a capacidade de condução de energia dos cabos. Alguns possuem design em arco, sem cantos vivos, aumentando a segurança do usuário e facilitando a limpeza e manutenção. Alguns dutos de paredes e de piso são apresentados em duas partes, base e tampa, sendo de fácil instalação, por simples encaixe.

4.3 COR E COMUNICAÇÃO VISUAL

A cor tem um papel importante no processo pedagógico, criando nos ambientes uma atmosfera que pode ser repousante ou estimulante, realçam objetos e desempenham funções práticas, como rebaixar tetos, aumentar ambientes, reduzir paredes, alargar circulações e disfarçar defeitos ou esconder imperfeições. Em edifícios que tem sua função destinada ao ensino sugere-se a criação de um ambiente racional, beneficiando as atividades intelectuais de seus usuários.

Dessa maneira, deve-se estar atento na definição de cores e tonalidades para um ambiente didático, tendo em vista que as cores não estão presentes apenas nas paredes, mas também no piso, teto e em outros elementos como o mobiliário, cortinas, painéis de escurecimento, dentre outros.

Várias são as possibilidades para dispor das cores no espaço, desde a escolha por pintar planos completos de parede numa só cor, ou estabelecer hierarquias de paredes em diferentes tons. Há também a possibilidade de usar cores mais sólidas e contrastantes em superfícies menores e pontuais.

A cor é um instrumento eficaz de comunicação visual, tendo a função de informar, sinalizar e orientar os fluxos de circulação. Podem-se considerar algumas soluções para manter uma unidade visual e identificação de ambientes didáticos:

- O uso de cores distintas para paredes, tetos e pisos em cada setor da escola (paredes internas com cor clara; tetos com cor branca);
- A utilização das portas como suportes de comunicação, com cores diferenciadas, placas e elementos gráficos de identificação;
- Sinalização adequada e tratamento do piso para identificar e orientar fluxos;
- Uso de placas informativas, murais e quadros de avisos.

Não existem normas específicas que abordem o modo como se deve orientar a pintura de paredes dos ambientes de ensino, mas sim diretrizes. Porém, a fim de melhorar a qualidade dos espaços didáticos, algumas recomendações gerais podem ser feitas:

- As paredes devem ser preferencialmente revestidas com cores claras, pois propiciam maior luminosidade, quanto mais clara for a cor, maior será a quantidade de luz que a superfície irá refletir no ambiente de estudo;

- O revestimento das paredes deve ter acabamento fosco prioritariamente, o que se justifica pelo fato de o acabamento brilhante pode criar reflexos de luminosidade indesejados que atrapalham a visibilidade e prejudicam o foco de atenção dos alunos e também porque os espaços didáticos são, usualmente, ambientes de longa permanência nos quais deve ser evitado o cansaço;
- O uso de cores fortes frias, tais como azul e verde, pode tornar os ambientes mais atrativos, porém há de se ter cautela na proporção dessas áreas coloridas com relação à sala e seus elementos;
- No caso de cores fortes quentes, seu uso deve se limitar à utilização pontual no ambiente ou de forma mais diluída em tons mais sóbrios, evitando-se assim uma presença exagerada em função da saturação e vibração de seus tons;
- Deve-se sempre levar em conta a cor do plano da lousa;
- A tinta deve ser preferencialmente impermeável com propriedades antifúngos e apresentar fácil limpeza, já que esse tipo de tinta geralmente tem maior durabilidade e resistência, o que é compatível com o intenso desgaste do ambiente didático.
- Sugere-se a instalação de barras de madeira, na linha horizontal em que as cadeiras cruzam as paredes, nas paredes laterais e do fundo com o intuito de reduzir o desgaste da pintura e do revestimento, dando maior durabilidade às instalações e reduzindo o tempo de manutenção.

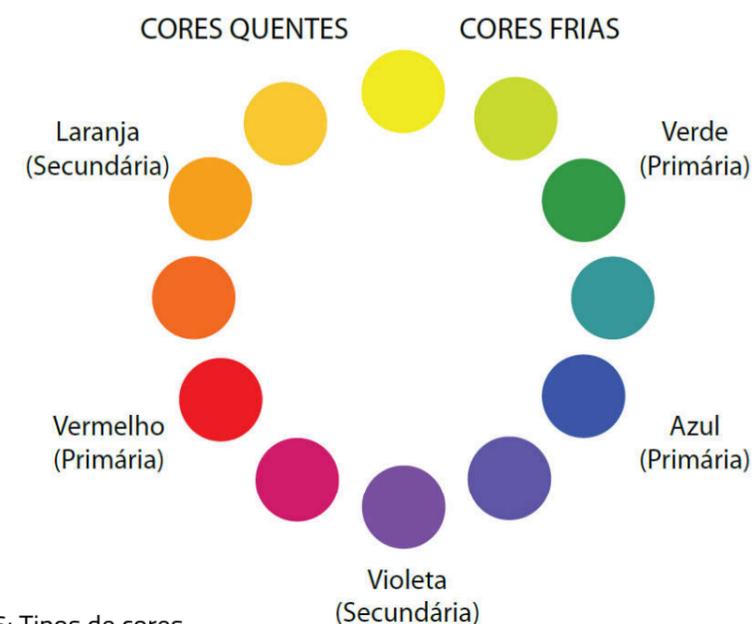
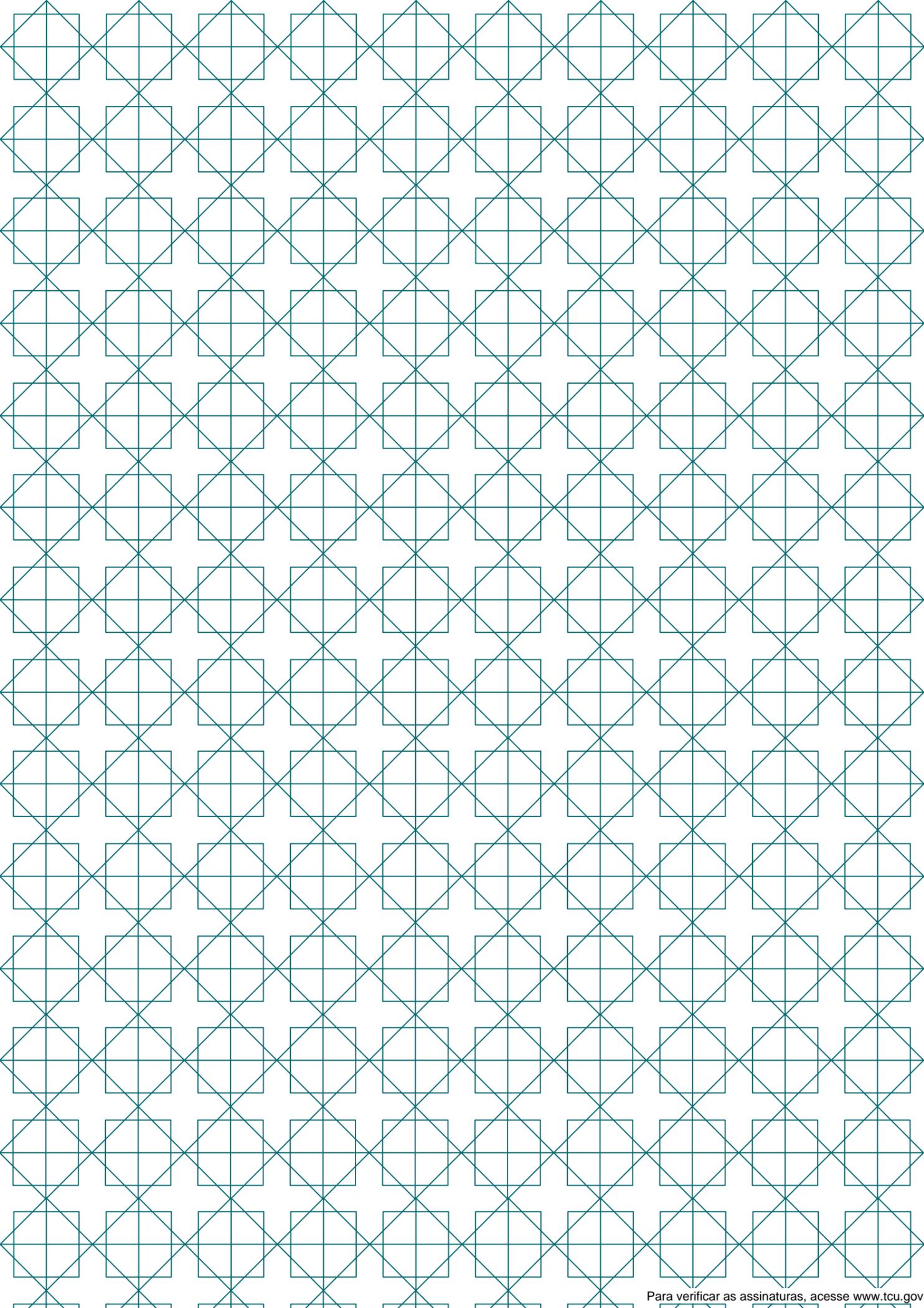


Figura 36: Tipos de cores.



5

ACESSIBILIDADE

A acessibilidade está inserida na aplicação dos conceitos de Desenho Universal, requisitos fundamentais para a vivência de um indivíduo em um ambiente público ou privado. Dessa maneira, o acesso aos diferentes ambientes deve ser permitido para diferentes pessoas, através do uso de elementos arquitetônicos que permitam a equiparação nas possibilidades de utilização. Como exemplo de alguns desses elementos temos os equipamentos de circulação, como rampas, elevadores plataformas; os equipamentos que oferecem privacidade e segurança em espaços íntimos como barras de apoio a sanitários; e aqueles que permitem a inclusão através das diversas formas de comunicação existentes, como pictogramas, informações em Braille, pisos táteis.

As normas a considerar para adequação de ambientes didáticos à acessibilidade são:

ABNT NBR 9050:2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

ABNT NBR 13994 – Elevadores de passageiros para transporte de pessoa portadora de deficiência.

ABNT NBR 12892 – Projeto, fabricação e instalação de elevador unifamiliar.

ABNT NBR 16537 – Acessibilidade - Sinalização tátil no piso - Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.

4.1. MÓDULOS DE REFERÊNCIA PARA PROJETOS

Para referenciar os projetos de edificações e garantir uma escala adaptada, deve-se adotar como referência as proporções básicas do homem e dos tipos humanos diversos da população. Deste modo, os novos espaços estarão adequados às necessidades requeridas e contemplando a diversidade de usuários.

Pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida



Figura 37: Dimensões e módulos de referência para projeto: (a) Gestante; (b) Pessoa conduzindo carrinho de bebê; (c) Pessoa obesa; (d) Pessoa com deficiência visual com cão guia; (e) Pessoa com muletas; (f) Pessoa idosa com bengala; (g) Pessoa em cadeira de rodas; (h) Pessoa idosa com andador. Fonte: Guia de Acessibilidade: Espaço Público e Edificações (SEINFRA-CE, 2009).

4.2. ÁREA DE CIRCULAÇÃO E MANOBRA

4.2.1. Áreas de manobra

As áreas de manobra são necessárias para que o usuário de cadeira de rodas seja capaz de efetuar rotação e deslocar-se. Deve-se observar as seguintes dimensões mínimas na elaboração do projeto arquitetônico:

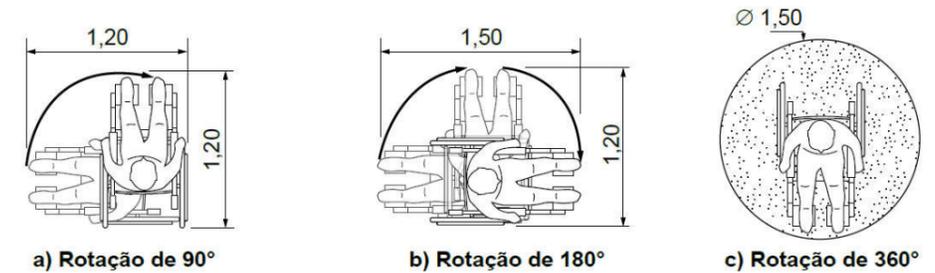


Figura 38: Área para manobra de cadeira de rodas sem deslocamento (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

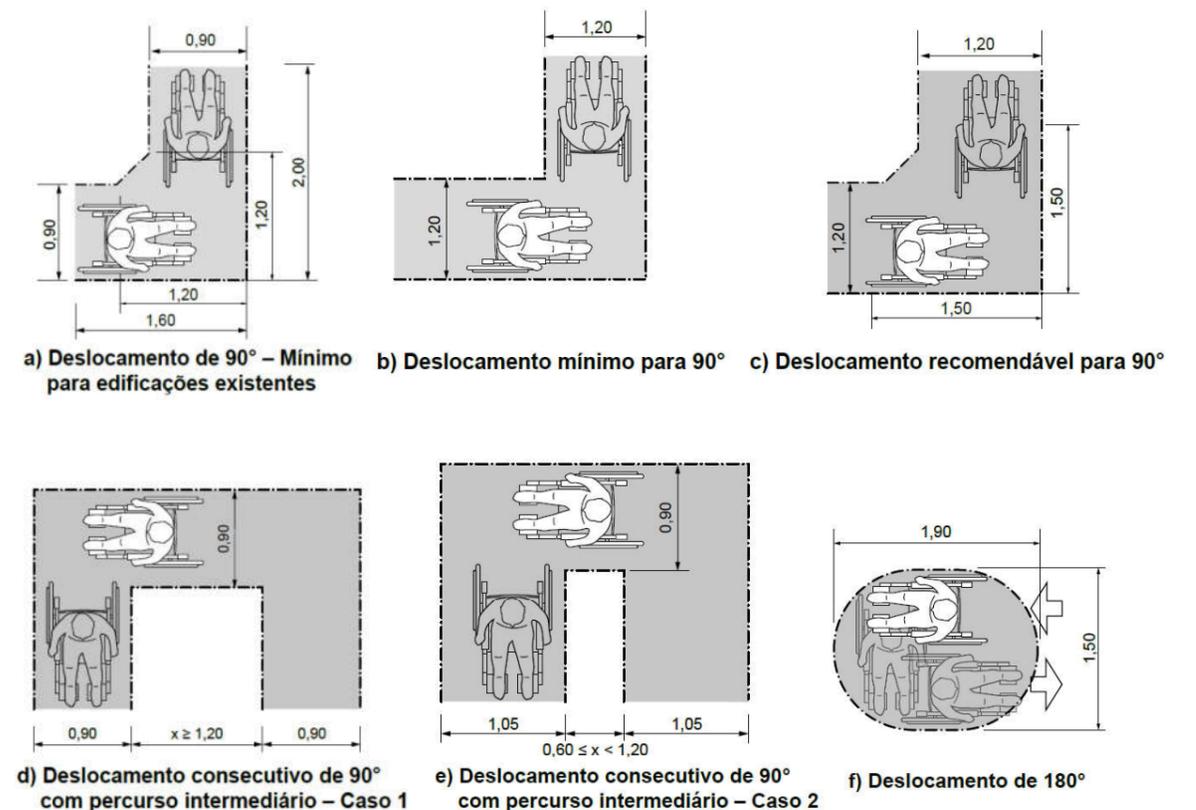


Figura 39: Área para manobra de cadeira de rodas com deslocamento (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

4.2.2. Larguras para deslocamento em linha reta

Para garantir o ir e vir autônomo das pessoas ao longo de todo um pavimento deve-se garantir um percurso livre de obstáculos e que atenda as larguras mínimas necessárias:

Dimensão	Discriminação
0,90 m	Uma pessoa em cadeira de rodas
1,20 m - 1,50 m	Um pedestre e uma pessoa em cadeira de rodas
1,50 m - 1,80 m	Duas pessoas em cadeira de rodas

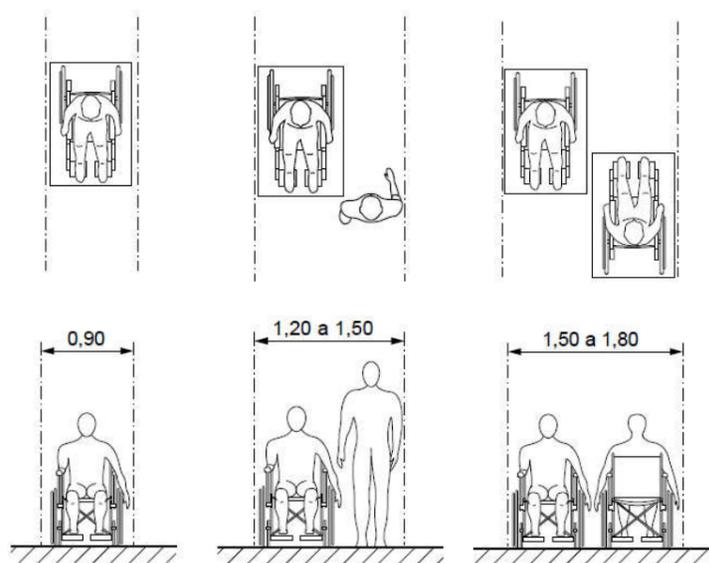


Figura 40: Larguras para deslocamento em linha reta. (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

4.2.3. Largura mínima para transposição de objetos

A largura mínima necessária para a transposição de obstáculo isolado com extensão de no máximo 0,40 m deve ser de 0,80 m. Quando o obstáculo isolado tiver uma extensão acima de 0,40 m, a largura mínima deve ser de 0,90 m.

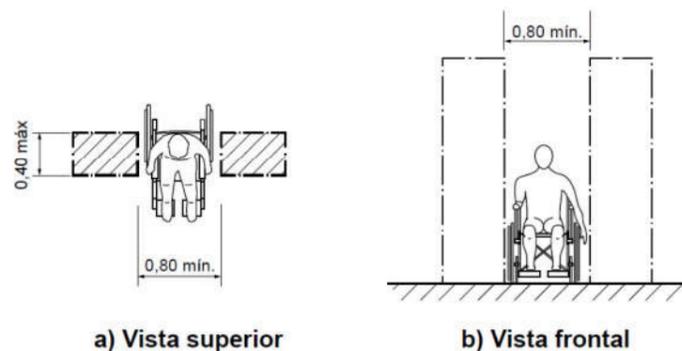


Figura 41: Transposição de obstáculos isolados. (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

4.3. PORTAS, JANELAS E DISPOSITIVOS

4.3.1. Portas

A respeito de portas temos:

- Vão livre mínimo de 0,80 m, no caso de portas com mais de uma folha, ao menos uma das folhas deve possuir este vão. As portas devem ter condições de serem abertas com um único movimento;
- Maçaneta do tipo alavanca em uma altura entre 0,90 m e 1,10 m;
- Revestimento resistente a impactos na extremidade inferior, com altura mínima de 0,40 m do piso;
- Visor a altura entre 0,40 m e 0,90 m da parte mais baixa e de mínimo 1,50 m da parte mais alta, nas portas do tipo vai-e-vém;
- Molas de resistência que facilitem a abertura das portas;
- Área de aproximação lateral de no mínimo 0,60 m;
- Presença de barra horizontal em sanitários, vestiários e quartos acessíveis;
- Para que a pessoa em cadeira de rodas possa alcançar e abrir a porta é preciso garantir uma área lateral de 0,60 m do lado da maçaneta.

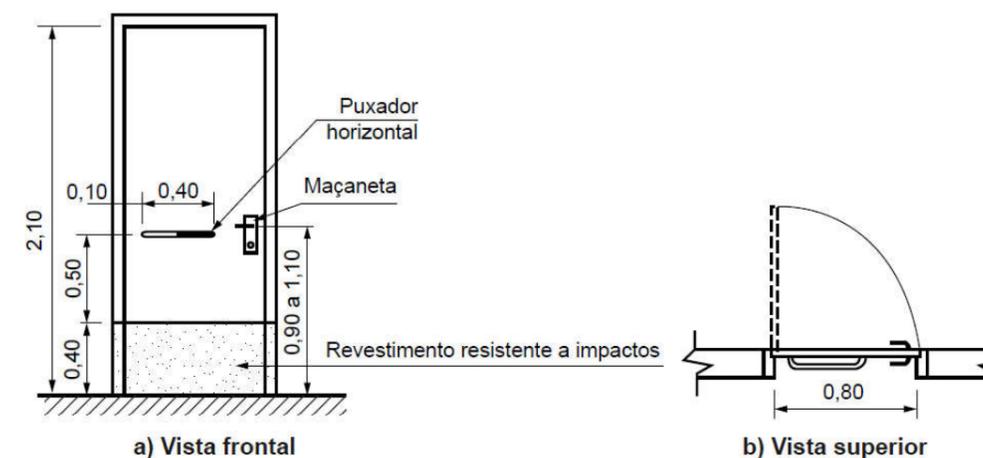


Figura 42: Portas com revestimento e puxador horizontal. (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

4.3.2. Janelas

As janelas devem garantir:

- Abertura com um único movimento e com mínimo esforço;
- Fechamento com trincos do tipo alavanca;
- Um bom alcance visual, exceto em locais privados;

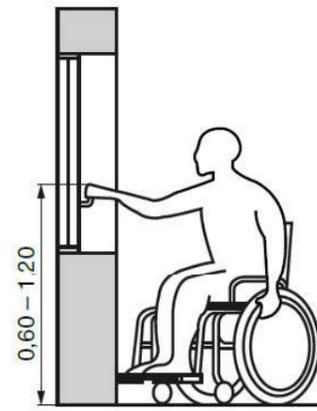


Figura 43: Alcance da janela. (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

4.4. SINALIZAÇÃO

A sinalização pode ser visual, tátil ou sonora e é um mecanismo importante para o alcance da acessibilidade na edificação. Para sinalizar que a edificação está de acordo com as normas de acessibilidade, adota-se o Símbolo Internacional de Acesso – SIA, suas formas e cores seguem padrão internacional, conforme figura:



a) Branco sobre fundo azul



b) Branco sobre fundo preto



c) Preto sobre fundo branco

Figura 44: Símbolo internacional de acesso – Forma A (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).



a) Branco sobre fundo azul



b) Branco sobre fundo preto



c) Preto sobre fundo branco

Figura 45: Símbolo internacional de acesso – Forma B (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

4.4.1. Sinalização tátil do piso

A sinalização tátil do piso serve basicamente para guiar o fluxo e orientar a circulação de pessoas com deficiência visual. São placas que apresentam saliências percebíveis pelo toque da bengala, bastão ou pés no solo. Podem ser de dois tipos: alerta ou direcional. As placas de alerta possuem saliências no formato de pontos, são utilizadas:

- No começo e fim de rampas, escadas fixas, porta de elevador, desníveis, qualquer lugar que represente risco de queda e tropeço;
- Para indicar mudança de direção;
- Identificação de obstáculos suspensos;

As placas direcionais possuem relevos em faixas e são utilizadas como referência para o deslocamento de deficientes visuais.

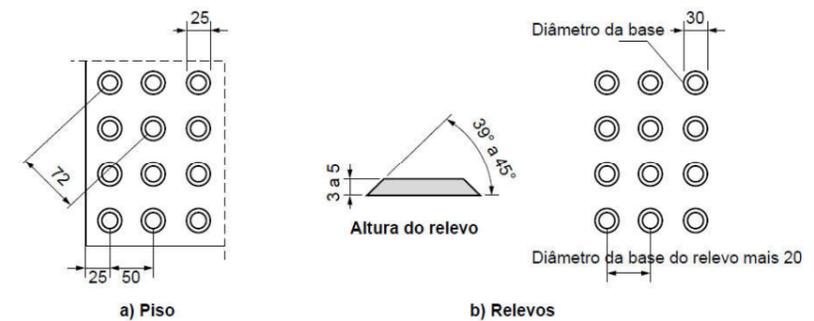


Figura 46: Sinalização tátil de alerta e relevos táteis de alerta instalados no piso. (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

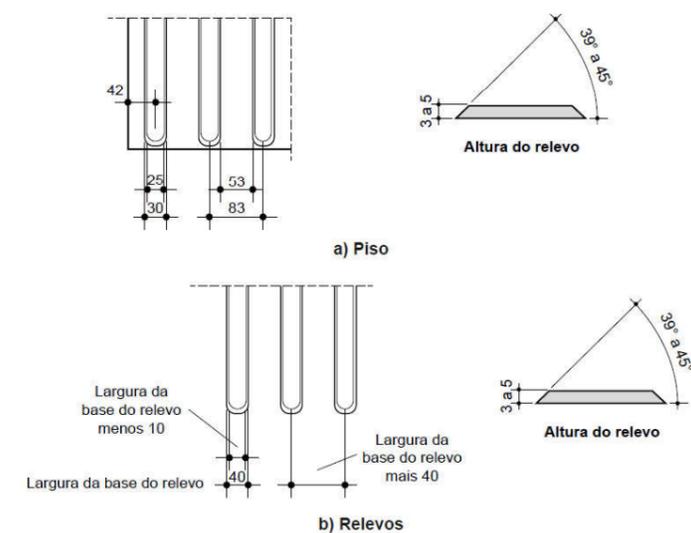


Figura 47: Sinalização tátil direcional e relevos táteis direcionais instalados no piso. (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

4.4.2. Sinalização visual

Para garantir a legibilidade da informação para todos os usuários, algumas condições devem ser seguidas. As informações visuais devem seguir premissas de contraste e dimensionamento para que sejam perceptíveis por pessoas com baixa visão e/ou daltonismo, podendo estar relacionadas também com caracteres em relevo. Deve-se tomar cuidado para que haja contraste entre a sinalização visual e o suporte em que está inserido, tendo acabamento fosco para menor reflexão da luz.

Nível / qualidade da iluminação	Textos, caracteres e pictogramas	Fundo
médio / alto	preto	branco
		amarelo
		laranja
		cinza claro
	branco	preto
		vermelho escuro
		verde
		marrom
		cinza escuro
	verde escuro	branco
vermelho escuro		
azul escuro		
baixo	preto	branco
		amarelo
		laranja
	branco	preto
		verde escuro
		vermelho escuro
azul escuro	branco	
branco		
exigida adaptação ao escuro	branco	preto
	amarelo	
	laranja	
	vermelho	branco
	verde	
	azul	

Fonte: ABNT NBR 9050: 2014.

4.5. DIRETRIZES PARA AMBIENTES DIDÁTICOS

Para edificações de uso público é necessário que haja pelo menos uma rota acessível interligando os acessos de todos os seus diferentes ambientes, bem como informações de localização e direcionamento destes. Deve-se atentar para o dimensionamento das circulações, acessos e barreiras que possam impedir o acesso dos alunos aos ambientes de estudo.

É importante atentar para a existência de sanitário adaptado em todos os andares que contenham espaços didáticos e ambientes de estudo. Do total de banheiros da edificação, 5% deverão ser acessíveis.

Um mobiliário acessível que garanta as áreas de aproximação e de manobra é essencial para ambientes didáticos acessíveis. Nas salas de aula, pelo menos uma para cada duas salas deverá apresentar pelo menos uma mesa acessível a cadeirantes, mesmo se a carteira adotada for do tipo "carteira com prancheta acoplada". Para lousas adota-se uma altura inferior máxima de 0,90 m.

4.5.1. Circulação horizontal e vertical

Corredores

A definição da largura mínima de passagem do corredor é feita com base na sua extensão, quanto maior o corredor, mais largo este deverá ser. Sugerem-se estes valores:

Largura mínima de passagem	Extensão do corredor
0,90 m	até 4,00 m
1,20 m	entre 4,00 m e 10,00 m
1,50 m	mais de 10,00 m

Fonte: ABNT NBR 9050: 2014.

Plataformas e elevadores

Os elevadores e plataformas acessíveis devem estar de acordo com o disposto na norma ABNT NBR 13994 e ABNT NBR 9050:2015. São equipamentos importantes por permitirem uma maior autonomia aos deficientes e uma solução para casos onde rampas não atendam. Os pontos essenciais para estes elementos são:

- Presença de botoeira em braille com retorno sonoro e a uma altura acessível;
- Localização em rota acessível;
- Piso de alerta;

4.5.2. Diretrizes para auditórios

Para o projeto de um auditório acessível deve-se destinar espaços para a acomodação de pessoas em cadeiras de rodas e assentos para a acomodação de deficientes visuais e de pessoas com mobilidade reduzida. A quantidade de assentos destinadas está especificada na norma ABNT NBR 9050:2015 e expressa na tabela:

Capacidade total de assentos	Assento para pessoas em cadeira de rodas	Assento para pessoas com mobilidade reduzida	Assento para pessoas obesas
Até 25	1	1	1
De 26 a 50	2	1	1
De 51 a 100	3	1	1
De 101 a 200	4	1	1
De 201 a 500	2% do total	1%	1%
De 501 a 1000	10 espaços mais 1% do que exceder 500	1%	1%
Acima de 1000	15 espaços mais 0,1% do que exceder 1000	10 espaços mais 1% do que exceder 1000	10 espaços mais 1% do que exceder 1000

Fonte: ABNT NBR 9050: 2014.

Os assentos reservados devem estar integrados a rota associável vinculada a uma rota de fuga e associado de as demais poltronas garantindo que haja espaço para acompanhante e que o deficiente possa escolher o seu lugar. Preferencialmente dispor os assentos reservados em setores distintos e ao lado de cadeiras removíveis e articuladas permitindo a ampliação da área de uso e acomodação de acompanhante com deficiência.

As dimensões para os espaços reservados para pessoa em cadeira de rodas, com mobilidade reduzida e obesos, seguem as recomendações nas figuras a seguir.

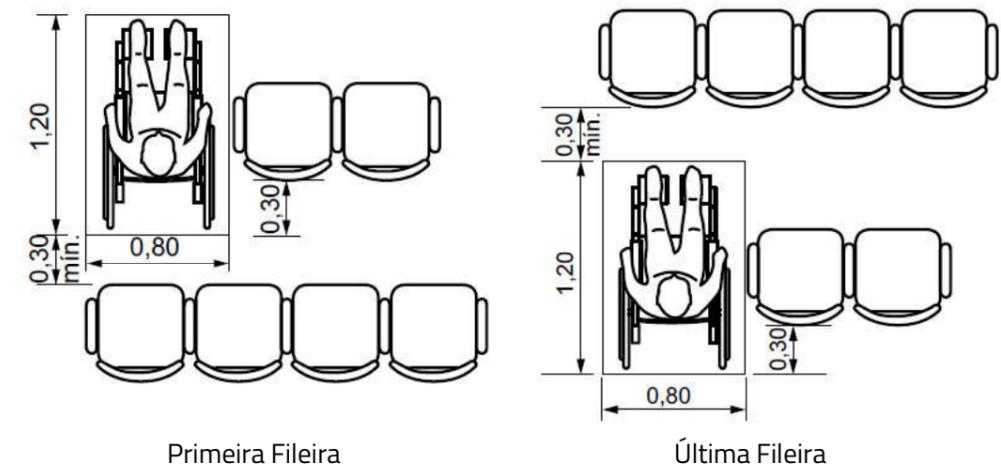


Figura 48: Espaços para P.C.R. na primeira e na última fileira – Vista superior (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

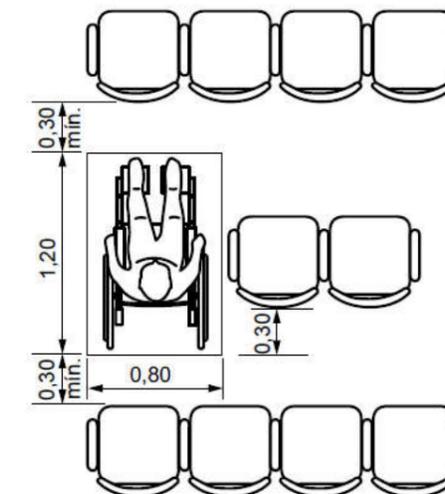


Figura 49: Espaços para P.C.R. em fileira intermediária – Vista superior (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

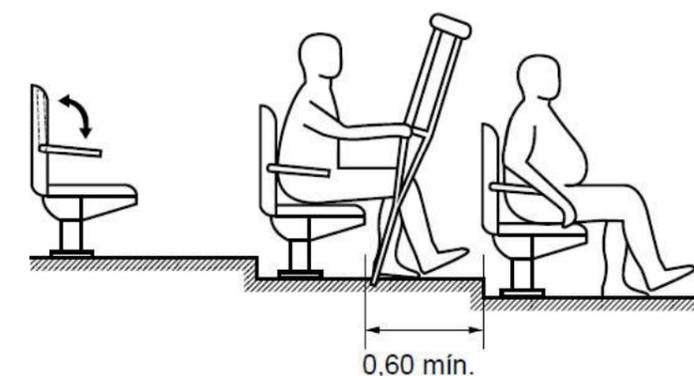


Figura 50: Assentos para P.M.R. e P.O. (Fonte: ABNT NBR 9050: 2014).

Para vencer o desnível entre a platéia e palco, preferencialmente adota-se rampa como solução. Suas inclinações máximas devem ser: 16,66% para alturas maiores que 0,60m e 10% para alturas menores que 0,60m. A rampa deverá possuir uma largura mínima de 0,90m e contar com guia de balizamento e sinalização tátil de alerta no piso. Na impossibilidade de colocação de rampa, deverá ser utilizada plataforma para vencer o desnível.

No palco deve existir um local devidamente sinalizado e iluminado para intérpretes para surdos. Caso hajam camarins, pelo menos um deverá ser acessível.

4.5.3. Diretrizes para bibliotecas

Nas bibliotecas e centros de leitura, os terminais de consulta, salas de estudo, balcões de atendimento e áreas de convivência devem ser acessíveis. Recomenda-se para este ambiente didático:

- Que pelo menos 5% dos terminais de consulta sejam acessíveis a pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida;
- Corredores com largura mínima de 0,90 m prevendo a cada 15m uma área de manobra para a cadeira de rodas para no mínimo rotação de 180°.
- Acessos as prateleiras em uma faixa de altura confortável, entre 0,40m a 1,20m;
- Sinalizar adequadamente o posicionamento das estantes, mesas e livros em braile para deficientes visuais.
- Garantir que pelo menos 5% dos postos de trabalho sejam acessíveis.

4.5.4. Diretrizes para laboratórios

Nos laboratórios informatizados e prático-experimental deve-se atentar principalmente para: as áreas de circulação, a acessibilidade do mobiliário e a adaptação dos equipamentos. As especificações a serem atendidas são:

- Dimensionamento de equipamentos em alturas adequadas que garantam o alcance manual estabelecido na NBR 9050.
- Prever áreas de manobra e aproximação das bancadas e equipamentos.

- Área de circulação mínima de 0,90 m.
- As superfícies de trabalho necessitam ter altura livre de no mínimo 0,73 m entre o piso e a sua parte inferior, e altura de 0,75 m a 0,85 m entre o piso e a superfície superior.
- Adaptação de equipamentos para leitura e operação de pessoas com deficiência. Pode requerer estudo específico.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2014) NBR 9050: 2014. Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificação, espaço mobiliário e equipamentos urbanos / Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1988) NBR 11957: 1988.Reverberação - Análise do tempo de reverberação em auditórios - Método de ensaio. São Paulo.

ALVES, M. R. (2011) Manual de ambientes didáticos para graduação / Manoel

Rodrigues Alves, colaboração [de] Karin Maria S. Chvtal e Paulo César Castral. - São Carlos : Suprema, São Paulo.

BITENCOURT, F. (2013) A importância da iluminação e da arquitetura em ambientes hospitalares. São Paulo, Revista Lume, ano IX, n. 59, São Paulo.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. (2014) Conforto Ambiental em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde / Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília.

GRANDJEAN, E., HÜNTING, W., & PIDERMANN, M. (1983). VDT workstation design: Preferred settings and their effects. Human Factors.

HAM, R. (1988) Theatres: planning guidance for design and adaptation. 2nd ed. London: Butterworth Architecture, London.

MEHTA, M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J. (1999) Architectural Acoustics: principles and design. New Jersey: Courier Kendallville Inc.

MELENDEZ, A. (1996) Coordenação é a chave para projetar auditórios e salas de espetáculos. Revista Projeto Design, São Paulo.

NEUFERT, E. (1976) A Arte de Projetar Em Arquitetura. São Paulo: Gustavo Gili, São Paulo.

SEINFRA-CE (2009) Guia de Acessibilidade: Espaço Público e Edificações. 1 ed./Elaboração:

Nadja G.S. Dutra Montenegro; Zilsa Maria Pinto Santiago e Valdemice Costa de Sousa, Fortaleza.